GISAP:

TECHNICAL SCIENCES, CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

International Academy of Science and Higher Education
London, United Kingdom
Global International Scientific Analytical Project

№10 Liberal*|December 2016

Expert board:

Murat Adambaev (Kazakhstan), Patrick Laviron (Luxembourg), Rasmus Skaarberg (Norway), Maciej Zmievski (Poland), Elena Artamonova, Michail Treschalin (Russia), Michael Gorbiychuk, Adam Blake (USA), Naqibullo Babayev (Uzbekistan)

GISAP: Technical Sciences, Constraction and Architecture №10 Liberal* (December, 2016)

Chief Editor – J.D., Prof., Acad. V.V. Pavlov
Copyright © 2016 IASHE

ISSN 2054-1155
ISSN 2054-1163 (Online)

Design: Alexander Stadnichenko, Tatyana Gribova, Inna Shekina, Yury Skoblikov

Published and printed by the International Academy of Science and Higher Education (IASHE)
1 Kings Avenue, London, N21 3NA, United Kingdom
Phone: +442071939499, e-mail: office@gisap.eu, web: http://gisap.eu

! No part of this magazine, including text, illustrations or any other elements may be used or reproduced in any way without the permission of the publisher or/and the author of the appropriate article

Print journal circulation: 1000

“*Liberal – the issue belongs to the initial stage of the journal foundation, based on scientifically reasonable but quite liberal editorial policy of selection of materials. The next stage of the development of the journal (“Professional”) involves strict professional reviewing and admission of purely high-quality original scientific studies of authors from around the world”

CONTENTS

V.A. Omelyanenko, *Sumy State University, Ukraine*
CONCURRENT ENGINEERING AS THE WAY TO OPTIMIZE THE TECHNOLOGICAL PACKAGES OF SPACE INDUSTRY..........3

V.I. Freiman, *Perm National Research Polytechnic University, Russia*
APPLICATION OF FUZZY LOGIC METHODS FOR DECRYPTION AND ASSESSMENT OF LEARNING OUTCOMES PRESENTED IN THE COMPETENCE-BASED FORMAT..........7

N.M. Andrianov[1], Mei Shunqi[2], *Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Russia[1], Wuhan Textile University, China[2]*
STUDY OF THE SHAFT GRAIN DRYER IN CONDITIONS OF NORMAL OPERATION..........13

M.Yu. Treshchalin[1], Yu.M. Treshchalin[2], *Moscow State University named after M. Lomonosov, Russia[1], Moscow State Technological University «STANKIN», Russia[2]*
USING THE FUSIBLE ADDITIVES IN THE BINDER TO IMPROVE THE STRENGTH PROPERTIES OF THE NON-WOVEN BACKING COMPOSITES 18

V.V. Taratin, *Nothern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia*
OPTIMISATION OF THE DYNAMIC INDICATOR OF INTERACTION BETWEEN CHISELS AND THE WOOD OF THE CONICAL FACE MILLING CUTTERS (WITH SMALL NUMBER OF CHISELS) OF SAWING MACHINES........24

D. Szutowski, *Poznań University of Economics, Faculty of International Business and Economics, Poland*
THE EFFECTS OF TECHNICAL PROGRESS ON ITALIAN TOURISM COMPANIES..........30

T.F. Yakovyshyna, A.Je. Maliy, *Prydneprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine*
TECHNOPHILITY OF HEAVY METALS..........32

M.I. Gorbiychuk, T.V. Gumenyuk, *Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*
DETERMINATION OF THE DRILLING RIG CONDITION..........35

N.O. Overchuk, T. Zharuk, Yu. Kambulova, *National University of Food Technologies, Ukraine*
USING THE VARIETIES OF SUGARS IN THE TECHNOLOGY OF FRUIT AND BERRY MARMALADE MASS PRODUCTION..........39

CONTENTS

Омельяненко В.А., *Сумский государственный университет, Украина*
МЕТОД ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ РАЗРАБОТКИ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПАКЕТА КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ........3

Фрейман В.И., *Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия*
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ДЕШИФРАЦИИ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ........7

Андрианов Н.М.[1], Шуньчи Мэй[2], *Новгородский государственный университет им. Я. Мудрого, Россия[1], Уханьский текстильный университет, Китай[2]*
ИССЛЕДОВАНИЕ ШАХТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ В УСЛОВИЯХ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЫ........13

Трещалин М.Ю.[1], Трещалин Ю.М.[2], *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия[1], Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Россия[2]*
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ ДОБАВОК В СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА НЕТКАНОЙ ОСНОВЕ........18

Таратин В.В., *Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Россия*
ОПТИМИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗЦОВ С ДРЕВЕСИНОЙ МАЛОРЕЗЦОВЫХ ТОРЦОВО-КОНИЧЕСКИХ ФРЕЗ ЛЕСОПИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ........24

D. Szutowski, *Poznań University of Economics, Faculty of International Business and Economics, Poland*
THE EFFECTS OF TECHNICAL PROGRESS ON ITALIAN TOURISM COMPANIES........30

Яковишина Т.Ф., Малий А.Э., *Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Украина*
ТЕХНОФИЛЬНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ........32

M.I. Gorbiychuk, T.V. Gumenyuk, *Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*
DETERMINATION OF THE DRILLING RIG CONDITION........35

N.O. Overchuk, T. Zharuk, Yu. Kambulova, *National University of Food Technologies, Ukraine*
USING THE VARIETIES OF SUGARS IN THE TECHNOLOGY OF FRUIT AND BERRY MARMALADE MASS PRODUCTION........39

U.D.C. 531.3

CONCURRENT ENGINEERING AS THE WAY TO OPTIMIZE THE TECHNOLOGICAL PACKAGES OF SPACE INDUSTRY

V.A. Omelyanenko, Assistant
Sumy State University, Ukraine

The article deals with the factors and practical aspects of using the concurrent engineering method in space industry. The scheme of technological package of the spacecraft building project based on interaction of macro-packages of participating countries is proposed.

Keywords: technology package, spacecraft, innovation, design, concurrent engineering.

Conference participant,
National championship in scientific analytics,
Open European and Asian research analytics championship

УДК 531.3

МЕТОД ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ РАЗРАБОТКИ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПАКЕТА КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Омельяненко В.А., ассистент
Сумский государственный университет, Украина

В статье рассмотрены предпосылки и практические аспекты использования метода параллельной инженерной разработки в космической отрасли. Предложена схема формирования технологического пакета проекта создания космического аппарата на основе взаимодействия макропакетов стран-участников.

Ключевые слова: технологический пакет, космический аппарат, инновации, конструкция, параллельная инженерная разработка.

Участник конференции,
Национального первенства по научной аналитике,
Открытого Европейско-Азиатского первенства по научной аналитике

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1503

Многие ученые и мыслители осознавали, что для того, чтобы понять место человека во Вселенной, необходимо заглянуть за пределы Земли и подняться к звездам. Космическая отрасль, как и другие высокотехнологические отрасли экономики, в значительной мере определяют долгосрочное развитие на глобальном уровне, обеспечивают научно-технологический уровень других отраслей и являются важным фактором развития национальных продуктивных сил. Однако проблемы исследования системных взаимосвязей между технологиями и технологической динамикой остаются весьма актуальными в контексте многократного усложнения технологической системы.

В результате повышения сложности космических проектов и обширной кооперации предприятий на национальном и международном уровне возникает необходимость разработки новых инструментов обеспечения создания космических аппаратов и сохранения и развития кооперации предприятий разработчиков и изготовителей ракетно-космической техники на уровне, необходимом для развертывания и поддержания оперативной группировки космических аппаратов в состоянии, обеспечивающем решение целевых задач.

Исходя из этого, целью статьи является анализ возможностей использования метода параллельной инженерной разработки в космической отрасли с целью оптимизации технологического пакета проектов космических аппаратов и повышения конкурентоспособности отечественных разработчиков в международных проектах.

Например, в 2010 году по оценкам экспертов Роскосмоса, лишь 5-7% всей полезной нагрузки космических аппаратов связи и вещания были произведены в России. Следует отметить, что практика использования критических компонентов иностранного производства характерна для стран постсоветского пространства из-за разрыва технологических цепочек.

В контексте анализа процессов проектирования и связей между технологиями, отметим, что космический аппарат включает несколько функциональных составляющих, прежде всего – это целевая аппаратура, что обеспечивает выполнение стоящей перед космическим аппаратом задачи. Помимо целевой аппаратуры в составе аппарата обычно присутствует целый ряд служебных систем, что обеспечивают длительное его функционирование в условиях космического пространства (системы энергообеспечения, терморегуляции, радиационной защиты, управления движением, ориентации, аварийного спасения, посадки, управления, отделения от носителя, разделения и стыковки, бортового радиокомплекса, жизнеобеспечения). В зависимости от выполняемой космическим аппаратом функции отдельные из перечисленных служебных систем могут отсутствовать, например, спутники связи не имеют систем аварийного спасения, жизнеобеспечения.

В контексте анализа технологического пакета предлагаем рассмотреть следующие типы конструкции космического аппарата:

– компактной (с постоянной конфигурацией при выводе на орбиту и в полёте);

– развёртываемой (на орбите конфигурация меняется за счёт раскрытия отдельных элементов конструкции);

– надувной (на орбите заданная форма обеспечивается за счёт наддува оболочки).

Наиболее сложной является развёртываемая конструкция, а также объекты космической инфраструктуры, что развиваются (например, МКС), что вызвано необходимостью большего количества итераций при согласовании параметров.

Предлагаем рассмотреть особенности технологического пакета как совокупности всех технологий международного проекта создания и использования космического аппарата, и в рамках которого происходит взаимодействие национальных технологических макропакетов. Например, соглашение о запуске аппарата Venus Express, VEX, космического аппарата Европейского космического агентства (ЕКА), предназначенного для

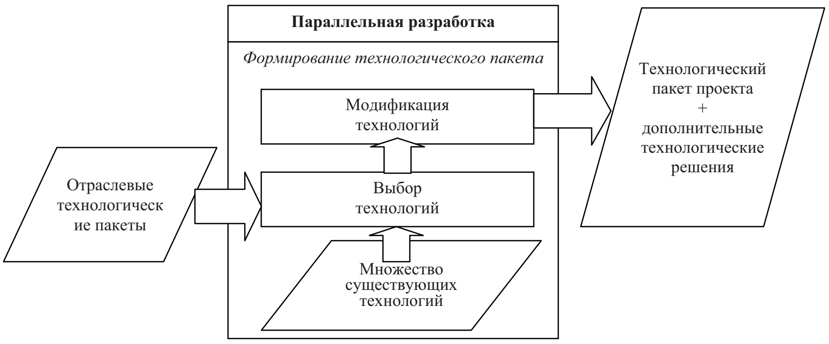

Параллельная разработка
Формирование технологического пакета
Модификация технологий
Выбор технологий
Множество существующих технологий
Отраслевые технологические пакеты
Технологический пакет проекта + дополнительные технологические решения

Рис. 1. Схема формирования технологического пакета проекта

изучения Венеры, динамики атмосферы, взаимодействия с солнечным ветром, ЕКА и российско-европейская компания «Старсем» подписали в 2003 году. Запуск аппарата был запланирован с космодрома «Байконур» с помощью ракеты-носителя «Союз-ФГ» и разгонного блока «Фрегат». В наших предыдущих исследованиях [7] был рассмотрен космический аппарат Rosetta, в создании которого принимали участие ЕКА и NASA.

При создании космической техники с использованием комплектующих изделий предприятий других стран необходимо тщательно согласовывать взаимоприемлемые требования. Такое взаимодействие требует создания механизмов согласования параметров, в качестве которых отметим стандартизацию, например, через деятельность Международного комитета по стандартизации систем передачи данных в космосе (CCSDS).

На основе [2; 3; 5] предлагаем выделить три группы факторов конструктивно-компоновочной схемы космического аппарата:

1) технические, что определяют взаимодействие составляющих аппарата:

– состав бортовой аппаратуры, особенностями ее размещения и функционирования;

– взаимное расположение составляющих блоков бортовой аппаратуры;

– тепловое рассеивание бортовой аппаратуры и требования по термостабилизации;

– выбор оптимальной схемы размещения блоков бортовой аппаратуры с учетом магнитных полей, рациональной силовой схемы, взаимным расположением отдельных элементов конструкции для защиты бортовой аппаратуры от воздействия факторов космического пространства;

– требования по технологичности сборки и испытаниям бортовой аппаратуры в составе космического аппарата;

– возможность замены вышедших из строя при испытаниях приборов и узлов без подрегулировки (модификации) других приборов и узлов;

– возможность удобного доступа к приборам, устройствам и разъемам;

– безопасность работ при проведении испытаний и т.д.

2) эксплуатационные, что характеризуют уровень соответствия технических характеристик аппарата его основной задаче:

– точностные характеристики согласно с техническим заданием и целью;

– малые массы и габаритные размеры;

– пониженное энергопотребление и выполнение требований теплового проектирования;

– повышенный срок активного существования;

3) организационно-экономические, что характеризуют особенности организации разработки и использования космического аппарата, а также направлены на оптимизацию стоимостных параметров:

– оптимальные (по возможности сжатые) сроки разработки и изготовления;

– приемлемая стоимость для каждого из партнеров и т. д.

Нужно также отметить тот факт, что при создании космического аппарата ищется компромисс между использованием инновационных составляющих элементов и применением унифицированных (заимствованных) приборов, уже существующих в других сферах или квалифицированных для космических условий [6].

Исходя из этого, выделим три модели разработки космического аппарата:

1. Модель комбинирования – использование для космического проекта существующих технологий из различных отраслей путем их адаптации для использования в новых условиях;

2. Модель целевой разработки – использование для космического проекта специально разработанных технологий;

3. Смешанная модель технологической разработки – использование для космического проекта существующих технологий и специально разработанных технологий.

Поэтому задача создания космического аппарата предъявляет высочайшие требования к надежности и носит комплексный характер. Поэтому, если на этапе проектирования были заложены ошибки, то затем их очень сложно либо невозможно исправить в результате аварий, что приводят к большим экономическим убыткам.

Считаем, что оптимальным путем формирования технологического пакета космического проекта является использование метода параллельной инженерной разработки.

Согласно классическому определению, параллельная инженерная разработка (concurrent engineering или С-технология) представляет собой системный подход к подготовке производства, что обеспечивает комплексную параллельную разработку продукции и сопутствующих процессов, предусматривая с самого начала рассмотрение всех составляющих жизненного цикла продукции от разработки концепции до утилизации. В основе данного подхода лежит идея совмещенного проектирования продукции, а также процессов ее изготовления и сопровождения.

На рис. 1 показана схема формирования технологического пакета в условиях параллельной инженерной разработки с учетом критерия трансфера технологии из других областей и трансфера полученных результатов вследствие взаимной модификации технологии в пакете.

По оценкам экспертов, синхронная разработка изделий, подготовка цепочки поставок и технологических аспектов производства в единой системе позволяет сократить срок разработки документации на 70%, ускорить внесение изменений на 65-90% и обеспечить запуск в производство новых видов или модификаций продукции практически одновременно с ее проектированием [4]. Систему параллельного инжиниринга успешно используют такие иностранные компании, как Европейское космическое агентство, NASA Integrated Design Center, French Space Agency, Boeing.

Достижению подобных результатов способствует два основных приема: интеграция и параллелизм [1; 4]. Интеграция предусматривает, что специалисты функциональных подразделений, вовлеченных в процесс разработки, и другие заинтересованные лица должны работать в тесной взаимосвязи (от разработки концепции продукции до ее поставки и последующей утилизации). Данная интеграция усилий реально отражается на улучшении качества конечной продукции. Параллелизм автоматически сокращает сроки разработки продукции и внесения изменений, так как решение задач выполняется параллельно, а не последовательно. При использовании метода параллельной разработки многие проблемы, что могут возникнуть на более поздних стадиях жизненного цикла аппарата, могут быть выявлены и решены именно при его проектировании.

Проведенный анализ показал, что данный метод направлен на оптимизацию и распределение ресурсов участников проекта при проектировании и разработке продукции для обеспечения рационального и эффективного и процесса разработки продукции. Однако, в случае технологического пакета космического проекта параллельная инженерная разработка приобретает новое значение из-за необходимости увязки технологического процесса в рамках разных технологических пакетов.

Проведенный анализ показал, что в космической отрасли Украины данный метод практически не используется из-за обособленности научных исследований в научно-исследовательских институтах и вузах и отсутствия маркетинга сотрудничества (партнерского маркетинга) с целью участия в международных проектах, что приводит к потере инновационного потенциала из-за временного лага и возрастании транзакционных издержек и издержек модификации (унификации) технологий.

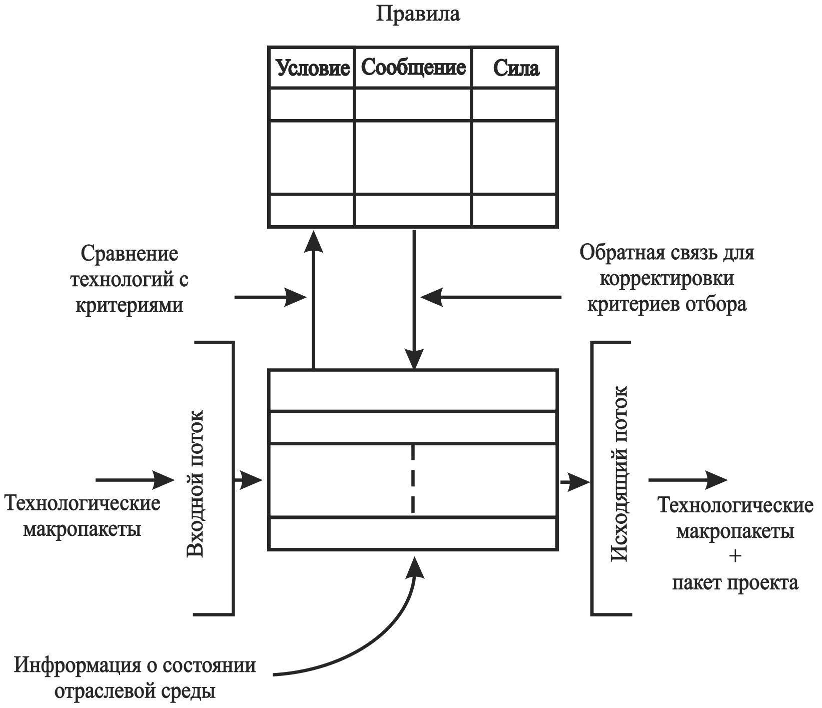

Правила
Условие
Сообщение
Сила
Сравнение технологий с критериями
Обратная связь для корректировки критериев отбора
Входной поток
Исходящий поток
Технологические макропакеты
Технологические макропакеты + пакет проекта
Информация о состоянии отраслевой среды

Рис. 2. Схема формирования технологического пакета проекта космического аппарата на основе классифицирующей системы

С-технология в условиях космической отрасли основана на интегрированной разработке продукции и процессов, технологиях поддержки принятия решений и может быть рассмотрена на трех стадиях: формирование спецификации требований, концептуальное проектирование и детализированное проектирование. На первой стадии осуществляется анализ исходных требований и ограничений, дается оценка возможности нахождения проектного решения, на второй – выбор допустимых (в контексте последующего комплексирования) типов проектных решений (концепций реализации элементов модели предметной области), на третьей – выбор технических решений. В основе применения параллельной инженерной разработки лежит концепция о возможности иерархического представления систем объекта и концепция о возможности иерархического представления целей и задач деятельности проектируемой сложной системы.

На основе классифицирующих систем Дж. Холланда мы предлагаем рассматривать процесс формирования технологического пакета проекта в составе трех взаимосвязанных подсистем: классификатора, системы обучения и генетического алгоритма. В классификатор поступает информация о существующих технологиях. Классификатор содержит правила, с помощью которых формируются результативные оценки технологий. Обучающая система выполняет оценку используемых правил отбора. Генетический алгоритм предназначен для модификации правил. Разработанная схема формирования технологического пакета проекта представлена на рис. 2.

Таким образом, возможности использования метода в космической отрасли основаны на том, что современный космический аппарат для исследований представляет собой синтез измерительной и служебной аппаратур (hardware) и логически-цифрового бортового программного обеспечения ее функционирования (software). Условием оптимальной конструкции аппарата является их полное взаимное соответствие, что особенно актуально в международных проектах и что должно обеспечиваться сотрудничеством уже из начального этапа проектирования аппарата.

Потенциал создания технологий и их трансфера в условиях метода параллельной инженерной разработки базируется на значительном спектре возможного использования технологий (transferable), а возможность формирования международных сетей трансфера космических технологий вытекает из положений Договора о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, реальное выполнение которого потенциально приведет к значительным экономическим выгодам. Использование метода параллельного инжиниринга будет содействовать развитию эффективного международного сотрудничества в космической отрасли, в т.ч. на коммерческой основе, на основе формирования единого информационного пространства.

References:

1. Andersen B. Biznes-processy. Instrumenty sovershenstvovanija [Business Processes. Tools of perfection]., Transl. from Eng. S.V. Arinicheva., Nauch. red. Ju.P. Adler. – Moskva., RIA «Standards and quality», 2003. – 272 p., Access mode: http://www.e-reading.club/bookreader.php/115072/Biznes-processy._Instrumenty_sovershenstvovaniya.pdf

2. Issledovanie jeffektivnosti raketno-kosmicheskih sistem [Study of the space-rocket systems` effectiveness]., Minobrnauki Rossii, Samar. state. aerocosm. Univ. S.P. Koroleva (National Research University); avt.-sost. [author/compiler] V.I. Kurenkov, A.S. Kucherov. – Samara, 2012., Access mode: http://www.ssau.ru/files/education/metod_1/

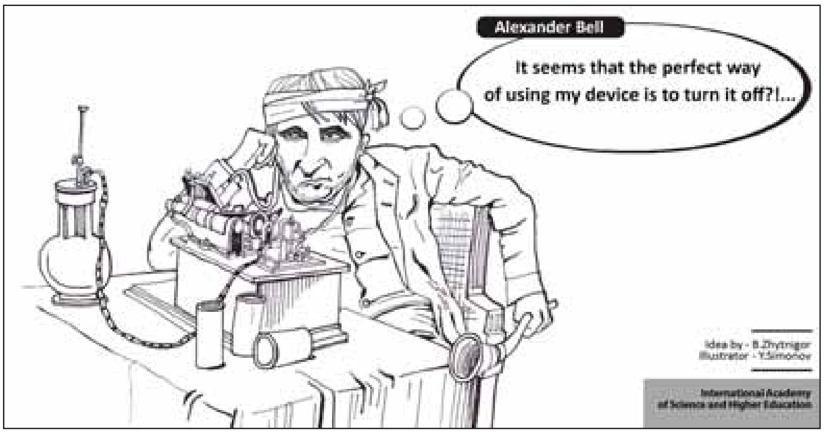
3. Mel'der M.I. Metody uskorennoj letnoj kvalifikacii novyh kosmicheskih tehnologij [Methods of the accelerated flight qualification of new space technologies]., M.I. Mel'der, A.A. Stupina, A.I. Verhorubov., Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern problems of science and education]. – 2013., No. 5., Access mode: www.science-education.ru/111-10621

4. Metod «Parallel'naja inzhenernaja razrabotka» [«Concurrent engineering development» method]., Access mode: http://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0024/

5. Nikol'skij, V.V. Proektirovanie sverhmalyh kosmicheskih apparatov [Designing the ultra-small spacecraft]., V.V. Nikol'skij; Balt. state. tehn. Univ. – St. Petersburg., 2012. – 59 p.

6. Stupina A.A. Sravnitel'nyj analiz metodov upravlenija kosmicheskimi apparatami svjazi i navigacii. [Comparative analysis of methods of control over communication and navigation spacecraft]., A.A. Stupina, R.I. Kuz'mich, M.I. Mel'der., Sistemy upravlenija i informacionnye tehnologii [Control systems and Information technology]. – 2011, No.1, pp. 64–68.

7. Omelyanenko V.A. International dimension of technological aspect of space economy., O.V. Prokopenko, Zh. Zhekov, V.A. Omelyanenko., Economic Processes Management: International Scientific E-Journal. – 2014, No. 2., Access mode: http://epm.fem.sumdu.edu.ua/download/2014_2/2014_2_2.pdf


Alexander Bell
It seems that the perfect way of using my device is to turn it off?!...
Idea by - B.Zhytnigor
Illustrator - Y.Simonov
International Academy of Science and Higher Education

Литература:

1. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования [Электронный ресурс]., Пер. с англ. С.В. Ариничева., Науч. ред. Ю.П. Адлер. – Москва., РИА «Стандарты и качество», 2003. – 272 с. – Режим доступа: http://www.e-reading.club/bookreader.php/115072/Biznes-processy._Instrumenty_sovershenstvovaniya.pdf

2. Исследование эффективности ракетно-космических систем [Электронный ресурс]., Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. В.И. Куренков, А.С. Кучеров. – Самара, 2012. – Режим доступа: http://www.ssau.ru/files/education/metod_1/

3. Мельдер М.И. Методы ускоренной летной квалификации новых космических технологий [Электронный ресурс]., М.И. Мельдер, А.А. Ступина, А.И. Верхорубов., Современные проблемы науки и образования. – 2013., No. 5. – Режим доступа: www.science-education.ru/111-10621

4. Метод «Параллельная инженерная разработка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0024/

5. Никольский, В.В. Проектирование сверхмалых космических аппаратов., В.В. Никольский; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2012. – 59 с.

6. Ступина А.А. Сравнительный анализ методов управления космическими аппаратами связи и навигации., А.А. Ступина, Р.И. Кузьмич, М.И. Мельдер., Системы управления и информационные технологии. – 2011., No. 1., С. 64–68.

7. Omelyanenko V.A. International dimension of technological aspect of space economy [Электронный ресурс]., O.V. Prokopenko, Zh. Zhekov, V.A. Omelyanenko., Economic Processes Management: International Scientific E-Journal. – 2014., No. 2. – Режим доступа: http://epm.fem.sumdu.edu.ua/download/2014_2/2014_2_2.pdf

Information about author:

1. Vitaliy Omelyanenko – Assistant, Sumy State University; address: Ukraine, Sumy city; e-mail: sumyvit@ya.ru

U.D.C. 378.14

APPLICATION OF FUZZY LOGIC METHODS FOR DECRYPTION AND ASSESSMENT OF LEARNING OUTCOMES PRESENTED IN THE COMPETENCE-BASED FORMAT

V.I. Freiman, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Doctoral Candidate
Perm National Research Polytechnic University, Russia

In order to increase the accuracy and reliability of assessment of learning outcomes given in the competence-based format, it is possible to use the approved approaches and methods from contiguous scientific areas. In particular, we propose using the fuzzy logic apparatus when decoding the results of test-based diagnosing of the competency development levels and their components. Adaptation of basic definitions of fuzzy logic to the set subject domain is performed. Approaches for solving the problem of the acquired competence assessment are given, as well as illustrative examples, showing the basic capabilities of the proposed methods and their robustness. An algorithm is proposed for decoding the results of test-based diagnosing of levels of development of competence elements, constructed on the basis of concepts and fuzzy logic apparatus methods adapted to the subject-related field.

Keywords: competence elements, test-based diagnosing, decoding, fuzzy logic, membership function, term-set, linguistic variable.

Conference participant,
National championship in scientific analytics

УДК 378.14

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ДЕШИФРАЦИИ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

Фрейман В.И., канд. техн. наук, доцент, докторант
Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия

Для повышения точности и достоверности оценивания результатов обучения, заданных в компетентностном формате, возможно использование апробированных подходов и методов из смежных областей науки. В частности, предлагается применение аппарата нечеткой логики для снятия неопределенности при дешифрации результатов тестового диагностирования уровня освоения компетенций и их составляющих. Выполнена адаптация основных понятий аппарата нечеткой логики применительно к заданной предметной области. Приведены иллюстрирующие примеры, показывающие принципиальную возможность и корректность применения предлагаемого аппарата и подходов к решению задачи оценки приобретенных компетенций. Предлагается алгоритм дешифрации результатов тестового диагностирования уровня освоения элементов компетенций, построенный на основе адаптированных к предметной области понятий и методов аппарата нечеткой логики..

Ключевые слова: элементы и компоненты компетенций; тестовое диагностирование; дешифрация; нечеткая логика; функция принадлежности; терм-множество; лингвистическая переменная.

Участник конференции,
Национального первенства по научной аналитике

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1504

Введение. Постановка задачи. Для современной науки характерна диверсификация методов решения сложных задач в смежных областях науки, техники и технологии. Это позволяет найти нетривиальные решения актуальных задач, которые оказываются более эффективными, чем известные и апробированные подходы. Так, например, при решении ряда проблем в социальных и экономических системах находят применение такие «неклассические» для указанных отраслей научные направления, как теория информации, теория автоматического управления, техническая диагностика, теория вероятности, теория систем массового обслуживания, аппарат нечеткой логики, принципы нейронных сетей и т.д. Это позволяет адаптировать отработанные механизмы и алгоритмы к новым объектам и процессам, дать эффективные решения, особенно для многопараметрических и слабоформализуемых задач.

В настоящей статье предложены подходы к решению задач контроля результатов обучения, заданных в компетентностном формате, с использованием математического аппарата и методов нечеткой логики [1]. Аппарат нечеткой логики был применен, в частности, для решения задач автоматического управления объектами, для которых отсутствует или сложнореализуемо математическое описание. Объекты управления и контроля в рамках системы образования попадают именно под такое описание из-за «человеческого фактора» [2, 3, 4]. Также имеется большое количество взаимувязанных недетерминированных параметров [5, 6], учесть которые корректной математической моделью невозможно [7, 8, 9].

Возникающие неопределенности, например, на этапе дешифрации результатов контроля [10], предлагается разрешать при помощи методов нечеткого вывода, с последующим преобразованием и приведением к четкому выводу. Это позволит, в частности, получить необходимую информацию о результатах контроля, которую можно использовать для оценки, аттестации, определения недостаточно освоенных вопросов, формирования перечня корректирующих мероприятий и других действий по управлению и контролю качества обучения [11]. Предлагаемые подходы и алгоритмы могут быть использованы в составе методического, информационного и алгоритмического обеспечения автоматизированной системы управления и контроля качества обучения.

1. Основные понятия аппарата нечеткой логики применительно к предметной области контроля результатов обучения. Нечеткую логику эффективно применять в тех ситуациях, когда нет точного математического описания объекта управления и/или контроля, а также нет детерминированного описания исходных данных (используется интервальное задание области значений переменных). Указанная особенность применения полностью подходит для рассматриваемой предметной области, в которой объектом контроля является совокупность элементов дисциплинарных компетенций (ЭДК), а предметом контроля – уровень (степень) их освоения в соответствии с заданной шкалой оценивания [2].

Введем основные определения ап-

Табл. 1.

Варианты значений выходной лингвистической переменной

№	$Э_1$	$Э_2$	Значения выходной лингвистической переменной	Количество нЭДК	Обозначение (*S*)
1	0	0	$\overline{Э}_1 \,\&\, \overline{Э}_2$	2	S_2
2	0	1	$\overline{Э}_1 \,\&\, Э_2$	1	S_1
3	1	0	$Э_1 \,\&\, \overline{Э}_2$		
4	1	1	$Э_1 \,\&\, Э_2$	0	S_0

парата нечеткой логики применительно к рассматриваемой предметной области. Для этого выберем простейшую задачу контроля – один ЭДК (Э) проверяется индивидуальным (простым) тестом (Т) [10].

Универсальное множество (*универсум*) в данном случае представляет собой совокупность возможных значений результатов тестирования (оценки за тест) *Т* (примем, что оценка за тест нормализована в диапазоне [0; 1]). *Выходная лингвистическая переменная* определяет уровень освоения ЭДК, т.е. принадлежность результата к определенному уровню заданной шкалы оценивания (примем двухуровневую шкалу оценивания – по положению результата тестирования относительно заданного порогового значения принятия решения Опор.) с использованием *функции принадлежности* (ФП). Выходная лингвистическая переменная может быть выражена через *терм-множество*, представляющее множество возможных выводов по результатам тестирования и состоящее, в частности, из двух термов: {«ЭДК не освоен» ($\overline{Э}$); «ЭДК освоен» (Э)}. Конкретное значение ФП будем называть *степенью принадлежности* (СП).

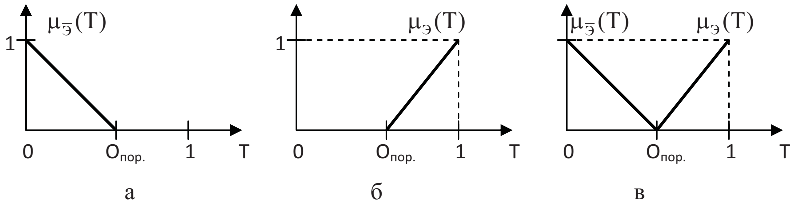


Рис. 1. Функции принадлежности термов:
***а* – ФП терма «ЭДК не освоен»; *б* – ФП терма «ЭДК освоен»;**
***в* – ФП терм-множества**

Функция принадлежности каждого терма по результатам моделирования может быть описана линейной зависимостью (рис. 1) и представлена следующим образом:

$$\mu_{\overline{Э}}(\mathrm{T}) = \frac{\mathrm{O}_{\text{пор.}} - \mathrm{T}}{\mathrm{O}_{\text{пор.}}}, \mu_{Э}(\mathrm{T}) = \frac{\mathrm{T} - \mathrm{O}_{\text{пор.}}}{1 - \mathrm{O}_{\text{пор.}}}.$$

Характер функции принадлежности для терма «ЭДК не освоен» обусловлен принятой моделью снижения степени «неосвоения» ЭДК от 1 до 0. Характер функций принадлежности для терма «ЭДК освоен» обусловлен принятой моделью повышения степени «освоения» ЭДК от 0 до 1. Дадим комментарии по некоторым значениям результата тестирования и соответствующим им значениям функции принадлежности для заданного $\mathrm{O}_{\text{пор.}}$ (например, выберем $\mathrm{O}_{\text{пор.}} = 0{,}6$). Можно интерпретировать $\mathrm{O}_{\text{пор.}}$ следующим образом – менее 60 % ответов на тестовые задания правильные – ЭДК не освоен, 60 % и более ответов на тестовые задания правильные – ЭДК освоен.

В модели простого теста неопределенности при локализации значения выходной переменной нет, так как нет области наложения функций принадлежности разных термов. Далее перейдем к моделям более сложных тестов, контролирующих несколько ЭДК.

2. Применение нечеткого вывода для дешифрации результатов сложного теста. Построим модель для сложного теста, контролирующего два ЭДК: $Э_1$ и $Э_2$. Универсальное множество в данном случае представляет собой совокупность результатов тестирования в виде оценки О(Т), нормализованной в диапазоне [0; 1] и обозначаемую далее также через Т. Выходной лингвистической переменной является информация об уровне освоения всех контролируемых ЭДК S, определяемая количеством неосвоенных ЭДК (нЭДК). Она может быть выражена через терм-множество, состоящее из трех термов: {«оба ЭДК не освоены» (S_2); «один из ЭДК не освоен» (S_1); «все ЭДК освоены» (S_0)}. Варианты значений выходной лингвистической переменной могут быть представлены в табличном виде через все варианты сочетаний значений уровня освоения каждого из контролируемых ЭДК (табл. 1). В табл. 1 приняты следующие условные обозначения: 0 – ЭДК не освоен, 1 – ЭДК освоен.

В общем случае из множества, содержащего *h* проверяемых тестом ЭДК, *i* элементов могут быть не освоены, а (*h* – *i*) – освоены. Поэтому оценка за тест О(*i*) при *i* неосвоенных ЭДК, с учетом введенных ограничений и допущений, строится в соответствии с аддитивным интегро-дифференциальным критерием [12], при фиксированных значениях *h* и $\mathrm{O}_{\text{пор.}}$:

$$\mathrm{O}(i) = \sum_{j=1}^{h} \lambda_j \cdot \mathrm{O}_j = \frac{1}{h}\sum_{j=1}^{h} \mathrm{O}_j = \\ = \frac{1}{h} \cdot \left(\sum_{j=1}^{i} \mathrm{O}_j^{-} + \sum_{j=1}^{h-i} \mathrm{O}_j^{+}\right), \qquad (1)$$

где λ_j – весовой коэффициент (показатель важности критерия), приняты одинаковы для всех ЭДК; O_j – оценка уровня освоения *j*-го контролируемого тестом ЭДК (неизвестна, так как в результате проверки получен только общий результат теста; O_j^{-} – ЭДК не освоен, $\mathrm{O}_j^{-} \in [0; \mathrm{O}_{\text{пор.}})$; O_j^{+} – ЭДК освоен, $\mathrm{O}_j^{+} \in [\mathrm{O}_{\text{пор.}}; 1]$).

Оценка за тест при *i* неосвоенных ЭДК О(*i*) имеет граничные значения: $О(i)_{\min}$ – мин. возможная оценка за тест при *i* нЭДК ($\forall О_j^- = О_{j\ \min}^- = 0$; $О_j^+ = О_{j\ \min}^+ = О_{пор.}$); $О(i)_{\max}$ – макс. возможная оценка за тест при *i* нЭДК ($\forall\ О_j^- = О_{j\ \max}^- = О_{пор.}$; $О_j^+ = О_{j\ \max}^+ = 1$):

$$О(i) \in [О(i)_{\min}; О(i)_{\max}]; \qquad (2)$$

$$О(i)_{\min} = 1/h \cdot (i{\cdot}О^-_{\min} + (h-i){\cdot}О^+_{\min}) = = (1 - i/h){\cdot}О_{пор.} = О_{пор.} - i{\cdot}О_{пор.}/h; \qquad (3)$$

$$О(i)_{\max} = 1/h \cdot (i{\cdot}О^-_{\max} + (h-i){\cdot}О^+_{\max}) = 1 - i/h{\cdot}(1 - О_{пор.}) = 1 - i{\cdot}(1 - О_{пор.})/h. \qquad (4)$$

Можно сделать вывод, что граничные значения оценки при заданном количестве нЭДК (*i*) определяются общим числом равнозначных ЭДК *h* и пороговым значением принятия решения $О_{пор.}$. Граничные оценки будут использованы для задания логических условий при дешифрации результатов проверки.

Выполним расчеты для теста, контролирующего *h* = 2 ЭДК, которые определят минимально и максимально возможные значения оценок при разных *i* = 0, 1, 2 нЭДК:

$$О(0)_{\min} = (1 - 0/2){\cdot}О_{пор.} = О_{пор.}; \qquad О(0)_{\max} = 1 - 0/2{\cdot}(1 - О_{пор.}) = 1;$$
$$О(1)_{\min} = (1 - 1/2){\cdot}О_{пор.} = О_{пор.}/2; \qquad О(1)_{\max} = 1 - 1/2{\cdot}(1 - О_{пор.}) = (1 + О_{пор.})/2;$$
$$О(2)_{\min} = (1 - 2/2){\cdot}О_{пор.} = 0; \qquad О(2)_{\max} = 1 - 2/2{\cdot}(1 - 0{,}5) = О_{пор.}.$$

Функция принадлежности для каждого значения выходной переменной характеризует степень принадлежности, может быть представлена линейной зависимостью:

$$\mu_{S_2}(Т) = \frac{О_{пор.} - Т}{О_{пор.}}, Т \in [0; О_{пор.}); \mu_0(Т) = \frac{Т - О_{пор.}}{1 - О_{пор.}}, Т \in [О_{пор.}; 1];$$

$$\mu_{S_1}(Т) = \begin{cases} \dfrac{Т - О_{пор.}/2}{О_{пор.}/2}, Т \in [О_{пор.}/2; О_{пор.}) \\ \dfrac{(1 + О_{пор.})/2 - Т}{(1 + О_{пор.})/2 - О_{пор.}}, Т \in [О_{пор.}; (1 + О_{пор.})/2) \end{cases}.$$

Представим функции принадлежности на графике (рис. 2). Характеристики функций принадлежности подтверждаются моделированием всех возможных сочетаний значений уровней освоения каждого из контролируемых ЭДК и в настоящей работе не приводятся.

Наличие одного теста не дает возможности сделать четкий вывод (выполнить дефаззификацию [1]) из-за вероятности возникновения компенсации высоких оценок низкими и наоборот. В практике применения нечеткой логики значение переменной дополняют, например, значением ее производной [1]. В нашем случае возможно дополнение одного теста другим, пересекающимся по некоторым из контролируемых элементов [13].

3. Дешифрация результатов реализации совокупности сложных тестов с применением аппарата нечеткой логики. Пусть тест $Т_1$ контролирует элементы $Э_1$ и $Э_2$, а тест $Т_2$ – элементы $Э_2$ и $Э_3$ (пересечение тестов по элементу $Э_2$). Для каждого из них проводится фаззификация и определяются функции принадлежности. Размерность каждого терм-множества равна максимальному количеству возможных значений неосвоенных ЭДК (нЭДК) – (h_j + 1), где h_j – количество ЭДК, контролируемых конкретным тестом $Т_j$. Поэтому общее количество продукционных правил, в каждом из которых по выполнению условий вида (IF ... THEN ...) принимается решение о значении выходной переменной [12], определяется как произведение размерностей всех терм-множеств: $(h_1 + 1)\times(h_2 + 1) = 9$.

Выходная лингвистическая переменная принимает значения, определяемые числом сочетаний состояний («освоен»/«не освоен») для каждого из *h* контролируемых всей совокупностью тестов элементов, т.е. 2^h. Поскольку в нашем случае *h* = 3 ($Э_1$, $Э_2$, $Э_3$), то общее количество вариантов значений (состояний) выходной переменной определяется как $2^h = 2^3 = 8$ и может быть представлено в табличном виде (табл. 2). Значения выходной переменной *S* зададим в виде десятичного числа, соответствующего двоичному коду, характеризующему состояние освоения элементов (0 – ЭДК не освоен, 1 – ЭДК освоен).

Таким образом, значения выходной переменной задаются термами с функциями принадлежности в виде

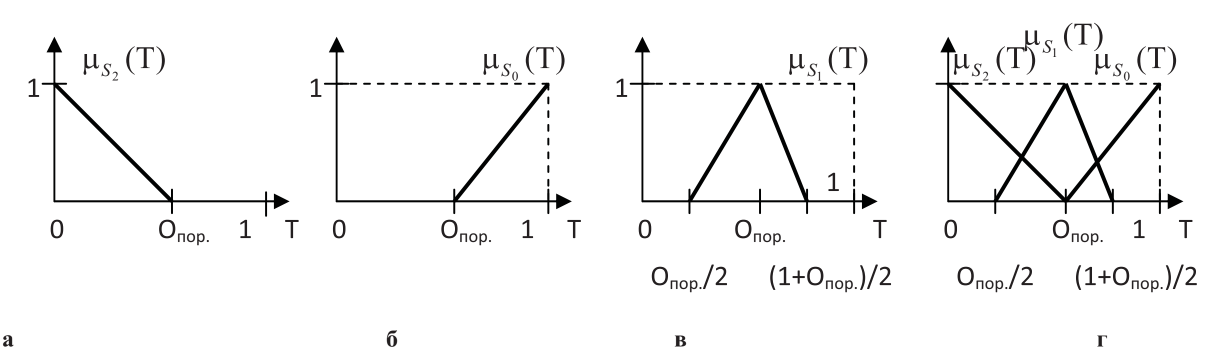


Рис. 2. Функции принадлежности:
а **– терма** S_2**;** ***б*** **– терма** S_0**;** ***в*** **– терма** S_1**;** ***г*** **– терм-множества**

Табл. 2.

Значения выходной переменной

№	Э_1	Э_2	Э_3	L	S
1	0	0	0	$\overline{\text{Э}}_1 \,\&\, \overline{\text{Э}}_2 \,\&\, \overline{\text{Э}}_3$	0
2	0	0	1	$\overline{\text{Э}}_1 \,\&\, \overline{\text{Э}}_2 \,\&\, \text{Э}_3$	1
3	0	1	0	$\overline{\text{Э}}_1 \,\&\, \text{Э}_2 \,\&\, \overline{\text{Э}}_3$	2
4	0	1	1	$\overline{\text{Э}}_1 \,\&\, \text{Э}_2 \,\&\, \text{Э}_3$	3
5	1	0	0	$\text{Э}_1 \,\&\, \overline{\text{Э}}_2 \,\&\, \overline{\text{Э}}_3$	4
6	1	0	1	$\text{Э}_1 \,\&\, \overline{\text{Э}}_2 \,\&\, \text{Э}_3$	5
7	1	1	0	$\text{Э}_1 \,\&\, \text{Э}_2 \,\&\, \overline{\text{Э}}_3$	6
8	1	1	1	$\text{Э}_1 \,\&\, \text{Э}_2 \,\&\, \text{Э}_3$	7

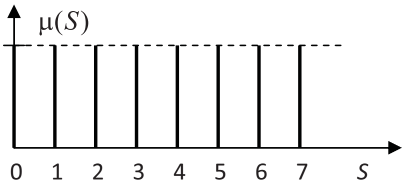


Рис. 3. Функции принадлежности выходной переменной

синглетонов (только значения μ = 1) [13] (рис. 3).

Запишем продукционные правила. Для этого предлагается ввести логическое описание (L) каждого элемента терм-множества через булевы функции:

$$\text{– для Т}_1\text{:}\ L_2 = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2, L_1 = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \text{Э}_2 + {} \\ + \text{Э}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2, L_0 = \text{Э}_1 \cdot \text{Э}_2,$$

$$\text{– для Т}_2\text{:}\ L_2 = \overline{\text{Э}}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3, L_1 = \overline{\text{Э}}_2 \cdot \text{Э}_3 + {} \\ + \text{Э}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3, L_0 = \text{Э}_2 \cdot \text{Э}_3.$$

Тогда значение выходной переменной S в каждом правиле будет определяться как логическое произведение выражений для соответствующих термов ($L = L_1 \cdot L_2$) из табл. 2.

Совокупность всех правил удобно представить в виде *матрицы решений*. В ней столбцы соответствуют условиям одного параметра (T_1), а строки – условиям другого параметра (T_2). На пересечении столбцов и строк записываются выводы, соответствующие указанным условиям (табл. 3). Далее предлагается алгоритм решения задачи дешифрации результатов реализации совокупности тестов с использованием дефаззицикации (по методу Заде) [13].

1. По заданным значениям результатов тестов определяются значения степеней принадлежности (значение функции принадлежности терма для заданного значения универсума, т.е. результата соответствующего теста) для всех термов.

2. Выбираются правила, содержащие условия с ненулевыми степенями принадлежности (термы, которым соответствуют ненулевые значения функций принадлежности для заданных конкретных результатов тестов).

3. На первом шаге логического вывода определяется степень принадлежности всего антецедента каждого правила (по функции минимума).

4. На втором шаге формирования нечеткого вывода определяется степень принадлежности терм выходной переменной (по функции максимума).

5. Для дефаззификации применяется метод центроида, который позволяет определить текущее значение выход-

---

1 F $\text{Т}_1 = S_2$ AND $\text{Т}_2 = S_2$ THEN $L = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3 = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3;\ S = 0$: если результаты обоих тестов принадлежит интервалу S_2, то выходная переменная $S = 0$, что соответствует решению о том, что все контролируемые ЭДК не освоены.

2.IF $\text{Т}_1 = S_2$ AND $\text{Т}_2 = S_1$ THEN $L = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot (\overline{\text{Э}}_2 \cdot \text{Э}_3 + \text{Э}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3) = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \text{Э}_3;\ S = 1.$

3.IF $\text{Т}_1 = S_2$ AND $\text{Т}_2 = S_0$ THEN $L = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \text{Э}_2 \cdot \text{Э}_3 = 0^*.$

4.IF $\text{Т}_1 = S_1$ AND $\text{Т}_2 = S_2$ THEN $L = (\overline{\text{Э}}_1 \cdot \text{Э}_2 + \text{Э}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2) \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3 = \text{Э}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3;\ S = 4.$

5.IF $\text{Т}_1 = S_1$ AND $\text{Т}_2 = S_1$ THEN $L = (\overline{\text{Э}}_1 \cdot \text{Э}_2 + \text{Э}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2) \cdot (\overline{\text{Э}}_2 \cdot \text{Э}_3 + \text{Э}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3) =$
$= \text{Э}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \text{Э}_3 + \overline{\text{Э}}_1 \cdot \text{Э}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3;\ S = 2 \text{OR}\, 5^{**}.$

6.IF $\text{Т}_1 = S_1$ AND $\text{Т}_2 = S_0$ THEN $L = (\overline{\text{Э}}_1 \cdot \text{Э}_2 + \text{Э}_1 \cdot \overline{\text{Э}}_2) \cdot \text{Э}_2 \cdot \text{Э}_3 = \overline{\text{Э}}_1 \cdot \text{Э}_2 \cdot \text{Э}_3;\ S = 3.$

7. IF $\text{Т}_1 = S_0$ AND $\text{Т}_2 = S_2$ THEN $L = \text{Э}_1 \cdot \text{Э}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3 = 0^*.$

8.IF $\text{Т}_1 = S_0$ AND $\text{Т}_2 = S_1$ THEN $L = \text{Э}_1 \cdot \text{Э}_2 \cdot (\overline{\text{Э}}_2 \cdot \text{Э}_3 + \text{Э}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3) = \text{Э}_1 \cdot \text{Э}_2 \cdot \overline{\text{Э}}_3;\ S = 6.$

9.IF $\text{Т}_1 = S_0$ AND $\text{Т}_2 = S_0$ THEN $L = \text{Э}_1 \cdot \text{Э}_2 \cdot \text{Э}_2 \cdot \text{Э}_3) = \text{Э}_1 \cdot \text{Э}_2 \cdot \text{Э}_3;\ S = 7.$

Примечание. * – результат не может быть получен; правило не используется;
** – результат не может быть определен; правило записывается в обоих вариантах.

Табл. 3.

Матрица решений

		T_1		
		S_2	S_1	S_0
T_2	S_2	0	4	–
	S_1	1	2 or 5	6
	S_0	–	3	7

ной переменной для текущих значений входных лингвистических переменных. В результате определяется четкий результат, дающий информацию об уровне освоения каждого из контролируемых всей совокупностью тестов ЭДК. В [13, 14] приведен иллюстрирующий пример, показывающий корректность предложенного алгоритма. Также проведено исследование алгоритма дешифрации в среде *MatLab Fuzzy Logic*, результаты аналитических расчетов и моделирования показали совпадение с достаточной точностью.

Заключение. Применение аппарата нечеткой логики позволяет сделать четкие выводы при решении задач дешифрации результатов реализации совокупности тестов, проверяющих уровень освоения набора элементов дисциплинарных компетенций. Также возможно снизить эффект взаимной компенсации интегральных оценок на любом уровне иерархической модели результатов обучения (интегральный показатель подготовленности – компетенции – дисциплинарные компетенции – компоненты дисциплинарной компетенции – элементы компонентов дисциплинарной компетенции) [2, 3]. Предложенные подходы эффективно алгоритмизируются и могут быть использованы в составе информационного и программного обеспечения автоматизированной системы сопровождения учебного процесса.

References:

1. Hizhnjakov Ju.N. Nechetkoe, nejronnoe i gibridnoe upravlenie: ucheb. Posobie [Fuzzy, neural and hybrid control: textbook]. – Perm'., Publisher Perm National Research Polytechnic University, 2013. - 303 p.

2. Kon E.L., Frejman V.I., Juzhakov A.A. Ocenka kachestva formirovanija kompetencij studentov tehnicheskih vuzov pri dvuhurovnevoj sisteme obuchenija. [Evaluation of the quality of formation students` competence of technical colleges with bimodal system of education], Scientific works SWorld. 2012., Vol. 9, No. 3, pp. 39-41.

3. Frejman V.I. K voprosu o formirovanii kompetentnostnoj modeli vypusknika., Prikladnaja fotonika [On the issue of formation of the graduate's competence-based model. Applied photonics]. - 2012., No. 1-4., pp. 43-55.

4. Kon E.L., Frejman V.I., Juzhakov A.A. Analiz vozmozhnosti primenenija apparata i metodov tehnicheskoj diagnostiki dlja kontrolja i ocenki rezul'tatov osvoenija kompetentnostno-orientirovannyh obrazovatel'nyh programm., Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo jelektrotehnicheskogo universiteta LJeTI [Analysis of the possibility to use the apparatus and methods of technical diagnostics to monitor and assess the results of mastering the competence-oriented educational programs., Bulletin of the Saint-Petersburg State Electrotechnical University LETI]. - 2014, No.7, pp. 66-71.

5. Frejman V.I. Primenenie metodov i procedur tehnicheskoj diagnostiki dlja kontrolja i ocenki rezul'tatov obuchenija, zadannyh v kompetentnostnom formate., Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo jelektrotehnicheskogo universiteta LJeTI [Application of methods and technical diagnostics procedures for monitoring and evaluation of learning outcomes, defined in the competence-based format., Bulletin of the Saint-Petersburg State Electrotechnical University LETI]. - 2014, No. 6, pp. 79-85.

6. Frejman V.I. Razrabotka metodiki kontroleprigodnogo proektirovanija komponentnoj struktury disciplinarnoj kompetencii., Obrazovanie i nauka [Development of the technique of testable designing of the component structure of the disciplinary competence. Education and Science]., 2014, No. 10 (119)., pp. 31-46. https://doi.org/10.17853/1994-5639-2014-10-31-46

7. Kon E.L., Frejman V.I., Juzhakov A.A. Razrabotka podhodov k formalizovannomu opisaniju kontroleprigodnoj komponentnoj struktury disciplinarnoj kompetencii., Obrazovanie i nauka [Development of approaches to the formalized description of testable component structure of the disciplinary competence. Education and Science], 2015, No.4 (123)., pp. 52-68.

8. Kon E.L., Frejman V.I., Juzhakov A.A. Razrabotka i issledovanie podhodov k upravleniju, kontrolju i ocenivaniju kachestva realizacii kompetentnostno-orientirovannyh obrazovatel'nyh programm., Nauka i obrazovanie: jelektronnoe nauchno-tehnicheskoe izdanie. [Development and examination of approaches to controlling, monitoring and evaluating the quality of implementation of competence-oriented educational programs., Science and Education: Electronic scientific and technical issue]., 2015, No. 3, pp. 356-372.

9. Frejman V.I. Razrabotka uchebno-metodicheskogo kompleksa discipliny v sootvetstvii s FGOS novogo pokolenija., Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija [Development of educational and methodical complex of the discipline in accordance with the new generation of FSES., Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Electrical engineering, information technology, control systems]. – 2009, No. 3, pp. 47-50.

10. Kon E.L., Frejman V.I., Juzhakov A.A. Novye podhody k podgotovke specialistov v oblasti infokommunikacij., Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Serija: Radiotehnicheskie i infokommunikacionnye sistemy. [New approaches to training the specialists in the field of information communications. Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Radio engineering, information and communication systems]. – 2015., No. 1 (25)., pp. 73-89.

11. Frejman V.I. Realizacija odnogo algoritma uslovnogo poiska jelementov kompe-tencij s nedostatochnym

urovnem osvoenija., Informacionno-upravljajushhie sistemy [Implementation of one algorithm of the conditional computer search for elements of insufficiently mastered competencies. Information and Control Systems]., 2014. No. 2 (69), pp. 93-102.

12. Kon E.L., Frejman V.I., Juzhakov A.A. Kolichestvennaja ocenka rezul'tatov obuchenija, predstavlennyh v kompetentnostnom formate., Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehnicheskogo universiteta [Quantitative assessment of learning outcomes presented in the format of competence. Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University] 2015., Vol. 19, No. 1., pp. 206-212.

13. Kon E.L., Frejman V.I., Juzhakov A.A. Primenenie apparata nechetkoj logiki dlja kontrolja rezul'tatov obuchenija, zadannyh v kompetentnostnom formate., Nejrokomp'jutery: razrabotka, primenenie [Using the fuzzy logic apparatus to control the learning outcomes, defined in the competence-based format. Neurocomputers: development and application]., 2014, No. 12, pp. 20-25.

14. Frejman V.I. Razrabotka metoda deshifracii rezul'tatov diagnostirovanija urovnja osvoenija jelementov kompetencij s ispol'zovaniem nechetkoj logiki., Nejrokomp'jutery: razrabotka, primenenie. [Development of the method to decode the results of diagnosing of the competence elements mastering level using the fuzzy logic, Neurocomputers: development and application]. - 2014., No. 12, pp. 26-30.

Benjamin Franklin
Eh, it seems I couldn't find a place for a story about the invention of a lightning rod in this main literary work of my life...
Idea by - B.Zhytnigor
Illustrator - Y.Simonov
International Academy of Science and Higher Education

Литература:

1. Хижняков Ю.Н. Нечеткое, нейронное и гибридное управление: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. - 303 с.

2. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Оценка качества формирования компетенций студентов технических вузов при двухуровневой системе обучения., Научные труды SWorld. 2012., Т. 9., No. 3., С. 39-41.

3. Фрейман В.И. К вопросу о формировании компетентностной модели выпускника., Прикладная фотоника.- 2012., No. 1-4., С. 43-55.

4. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Анализ возможности применения аппарата и методов технической диагностики для контроля и оценки результатов освоения компетентностно-ориентированных образовательных программ., Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. - 2014., No. 7., С. 66-71.

5. Фрейман В.И. Применение методов и процедур технической диагностики для контроля и оценки результатов обучения, заданных в компетентностном формате., Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. - 2014., No. 6., С. 79-85.

6. Фрейман В.И. Разработка методики контролепригодного проектирования компонентной структуры дисциплинарной компетенции., Образование и наука., 2014., No. 10 (119)., С. 31-46. crossref https://doi.org/10.17853/1994-5639-2014-10-31-46

7. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Разработка подходов к формализованному описанию контролепригодной компонентной структуры дисциплинарной компетенции., Образование и наука., 2015., No. 4 (123)., С. 52-68.

8. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Разработка и исследование подходов к управлению, контролю и оцениванию качества реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ., Наука и образование: электронное научно-техническое издание., 2015., No. 3., С. 356-372.

9. Фрейман В.И. Разработка учебно-методического комплекса дисциплины в соответствии с ФГОС нового поколения., Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2009., No. 3., С. 47-50.

10. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Новые подходы к подготовке специалистов в области инфокоммуникаций., Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015., No. 1 (25)., С. 73-89.

11. Фрейман В.И. Реализация одного алгоритма условного поиска элементов компе-тенций с недостаточным уровнем освоения., Информационно-управляющие системы., 2014. No. 2 (69)., С. 93-102.

12. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Количественная оценка результатов обучения, представленных в компетентностном формате., Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015., Т. 19., No. 1., С. 206-212.

13. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Применение аппарата нечеткой логики для контроля результатов обучения, заданных в компетентностном формате., Нейрокомпьютеры: разработка, применение., 2014., No. 12., С. 20-25.

14. Фрейман В.И. Разработка метода дешифрации результатов диагностирования уровня освоения элементов компетенций с использованием нечеткой логики., Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014., No. 12., С. 26-30.

Information about authors:

1. Vladimir Freiman - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Doctoral Candidate, Perm National Research Polytechnic University; address: Russia, Perm city; e-mail: vfrey@mail.ru

U.D.C. 631.365.22: 681.5.015.42

STUDY OF THE SHAFT GRAIN DRYER IN CONDITIONS OF NORMAL OPERATION

N.M. Andrianov[1], Doctor of Technical Sciences,
Full Professor
Mei Shunqi[2], Candidate of Technical Sciences,
Associate professor
Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Russia[1]
Wuhan Textile University, China[2]

Based on experimental data the workflow dynamics in the dryer shaft was analysed. It was confirmed that it is a stochastic dynamic system. The curves of kinetics of the process were built. Authors have assessed the uneven drying in the lower horizontal section of the dryer. It was discovered that near the outlet chamber's wall the grain was heated more due to uneven distribution of gas. The interplay between changes of grain humidity and temperature confirmed the correlation coefficients. Fluctuations in humidity and temperature of grain lead to low quality of drying. In order to improve the quality and intensity of drying authors have offered the enhanced gas distribution system and the improved workflow regulation system.

Keywords: the dryer shaft, drying regimes, regulation, identification, optimization.

Conference participants,
National championship in scientific analytics,
Open European and Asian research analytics championship

УДК 631.365.22: 681.5.015.42

ИССЛЕДОВАНИЕ ШАХТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ В УСЛОВИЯХ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЫ

Андрианов Н.М.[1], д-р техн. наук, проф.
Шуньчи Мэй[2], канд. техн. наук, Ph.D.
Новгородский государственный университет
им. Я. Мудрого, Россия[1]
Уханьский текстильный университет, Китай[2]

На основе экспериментальных данных выполнен анализ динамики рабочего процесса в сушилке. Подтверждено, что она стохастическая динамическая система. Построены кривые кинетики процесса. Оценена неравномерность сушки в нижнем горизонтальном сечении сушилки. Обнаружено, что у стенки отводящей камеры зерно нагревается больше, что объясняется неравномерным распределением газа. Связь процессов изменения влажности и температуры зерна подтверждена коэффициентами взаимной корреляции. Колебания влажности и температуры зерна ведут к низкому качеству сушки. Для повышения качества и интенсивности сушки предложена модернизированная система распределения газа и усовершенствованная система регулирования рабочего процесса.

Ключевые слова: зерносушилка шахтная, режимы сушки, регулирование, идентификация, оптимизация.

Участник конференции,
Национального первенства по научной аналитике,
Открытого Европейско-Азиатского первенства по научной аналитике

crossref http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1505

Стохастическое изменение характеристик потока зернового вороха, поступающего в сушилку [1, 2] возбуждает колебания переменных состояния ее рабочего процесса, что неизбежно сказывается на качестве его выполнения. Исследования подтверждают, что выполнить сушку в соответствии с агротехническими требованиями [3-7] сложно. Это вызвано не только колебаниями характеристик потока вороха, но и техническими

Табл. 1.

Статистические характеристики переменных на входе и выходе сушилки

Опыт	Вид зерна	Разводка выгрузного аппарата, град.	Зона контроля в сушилке	Переменная					
				Температура теплоносителя		Влажность зерна		Температура зерна	
				m_{JT}, °C	σ_{JT}, °C^2	m_W, %	σ_W, (%)^2	m_{J3}, °C	σ_{J3}, °C^2
1	овес	16,5	на входе	64,6	0,8	33,6	1,7	14,7	2,5
			на выходе	29,9	1,5	25,5	1,2	28,0	1,0
2	овес	16,5	на входе	67,6	0,6	31,3	1,6	18,1	2,5
			на выходе	33,9	1,7	22,7	1,2	30,0	1,1
3	ячмень	22,0	на входе	62,1	0,52	31,1	2,6	10,4	1,0
			на выходе	31,8	3,1	28,8	1,8	26,7	1,7
4	ячмень	15,0	на входе	69,2	0,8	28,4	2,0	9,9	0,4
			на выходе	25,8	2,8	24,1	1,7	25,7	1,8
5	ячмень	15,0	на входе	70,3	0,6	19,8	2,4	11,5	1,0
			на выходе	27,4	2,9	14,5	1,6	31,8	3,6
6	ячмень	21,2	на входе	71,8	1,0	30,5	2,6	13,1	0,8
			на выходе	29,0	1,5	21,7	1,6	27,6	1,8
7	ячмень	17,0	на входе	68,4	1,0	28,3	1,5	12,8	0,8
			на выходе	30,1	1,7	21,0	0,9	25,1	2,7
8	ячмень	19,8	на входе	83,5	0,75	19,8	2,4	10,9	1,6
			на выходе	36,8	2,5	14,5	1,6	26,4	2,3
9	ячмень	22,0	на входе	57,4	0,7	16,4	1,06	12,2	0,7
			на выходе	29,9	3,0	14,3	0,87	24,0	0,8
10	пшеница	30,0	на входе	97,4	0,72	22,3	1,9	16,9	1,6
			на выходе	47,5	2,1	14,3	1,2	37,3	1,7
11	пшеница	25,0	на входе	92,4	0,9	23,8	2,8	20,5	1,2
			на выходе	40,4	2,7	16,9	2,3	41,8	3,4
12	пшеница	22,0	на входе	90,5	0,8	23,3	2,4	18,6	1,1
			на выходе	40,3	2,6	18,6	2,0	36,5	3,1

Табл. 2.

Статистические характеристики переменных по высоте сушилки

<table>
<tr><th rowspan="3">Ряд коробов</th><th colspan="8">Переменная</th></tr>
<tr><th colspan="2">Влажность зерна</th><th colspan="2">Температура зерна</th><th colspan="2">Температура теплоносителя в подводящем коробе</th><th colspan="2">Температура теплоносителя в отводящем коробе</th></tr>
<tr><th>m_W, %</th><th>σ_W, $(\%)^2$</th><th>m_{J3}, °C</th><th>σ_{J3}, °C^2</th><th>m_{JT0}, °C</th><th>σ_{JT}, °C^2</th><th>m_{JT}, °C</th><th>σ_{JT}, °C^2</th></tr>
<tr><td colspan="9">Ячмень «Пиррка». Разводка выгрузного аппарата 15°</td></tr>
<tr><td>2</td><td>19,0</td><td>2,4</td><td>11,5</td><td>1,0</td><td>66,9</td><td>0,6</td><td>16,4</td><td>1,2</td></tr>
<tr><td>4</td><td>18,8</td><td>2,4</td><td>18,0</td><td>1,7</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>6</td><td>18,1</td><td>2,1</td><td>22,6</td><td>2,1</td><td>69,1</td><td>0,5</td><td>26,1</td><td>1,9</td></tr>
<tr><td>8</td><td>17,1</td><td>2,3</td><td>24,6</td><td>2,3</td><td>69,1</td><td>0,5</td><td>29,4</td><td>2,2</td></tr>
<tr><td>9</td><td>16,6</td><td>2,2</td><td>26,6</td><td>2,7</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>10</td><td>16,1</td><td>2,0</td><td>28,0</td><td>2,6</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>11</td><td>15,9</td><td>1,9</td><td>29,2</td><td>2,6</td><td>69,4</td><td>0,6</td><td>34,4</td><td>2,4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>15,6</td><td>2,0</td><td>30,1</td><td>2,8</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>13</td><td>15,5</td><td>1,8</td><td>30,9</td><td>2,7</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>14</td><td>15,1</td><td>1,8</td><td>31,8</td><td>2,9</td><td>69,6</td><td>0,6</td><td>36,9</td><td>2,8</td></tr>
<tr><td>15</td><td>14,8</td><td>1,7</td><td>33,0</td><td>3,0</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>16</td><td>14,5</td><td>1,6</td><td>31,8</td><td>3,6</td><td>70,3</td><td>0,6</td><td>32,4</td><td>2,9</td></tr>
</table>

особенностями сушилок, их систем управления и действиями оператора.

Оценка изменчивости переменных состояния рабочего процесса сушилки в условиях производства позволяет получить достоверную информацию о качестве его выполнения, что сложно сделать, применяя детерминированные методы. Исследование структуры и взаимной связи процессов позволяет оценить динамические свойства сушилки как объекта управления и выявить возможности их оптимизации.

В настоящей работе представлен анализ экспериментальных данных, полученных в результате исследования шахтной сушилки СЗШ-16А в условиях производства, с использованием методов статистической динамики.

Как объект управления, сушилка сложная динамическая система [3-7], входные и выходные переменные, которой взаимосвязаны. Состояние процесса определяется температурой $J_3(t)$ и влажностью $W(t)$ зерна, их начальные значения $J_{30}(t)$ и $W_0(t)$ определяют условия сушки, а температура теплоносителя $J_T(t)$ и экспозиция $\omega(t)$ – режим обработки.

Статистические характеристики переменных состояния процесса сушки (табл. 1 и 2) подтверждают, что входные переменные $J_{30}(t)$ и $W_0(t)$ в течение времени изменяются стохастически в широких пределах, что возбуждает колебания выходных переменных $J_3(t)$ и $W(t)$ в интервале, превышающем агротехнический допуск [15].

При изменении температуры теплоносителя $J_T(t)$ в диапазоне 57,4…97,4°C в сушилке удавалось снизить влажность зерна на 2,1…8,8%, при этом его нагрев оставался ниже допустимого, что свидетельствует о низкой интенсивности режимов. Средние расходы теплоносителя в опытах поддерживались в диапазоне 9,9…11,8 м^3/с при среднеквадратических отклонениях σ = 0,6…2,7 (м^3/с)^2. Влагосодержание теплоносителя на выходе из камеры сушки изменялось в диапазоне 36,0…82,3% при σ = 4,6…12,5(%)^2.

На рис. 1 представлено изменение температуры и влажности зерна по высоте камеры сушки. В ее верхней части характерно интенсивное увеличение температуры зерна, которое продолжается приблизительно до 6-го ряда коробов. В средней части рост температуры замедляется, но возрастает скорость влагоудаления. Начиная приблизительно с 12-го ряда коробов, температура зерна вновь повышается интенсивнее. На уровне последнего ряда температура зерна стабилизируется, или даже снижается, что объясняется подсосом атмосферного воздуха через выгрузной аппарат.

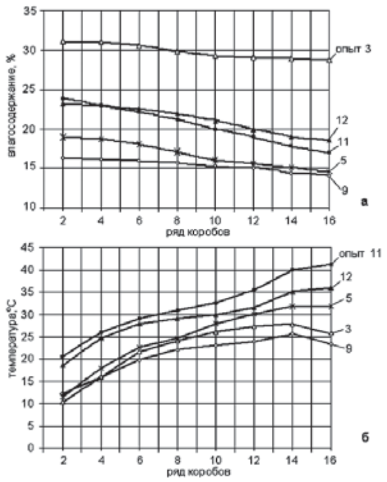


Рис. 1. Изменение влагосодержания (а) и температуры (б) зерна по высоте камеры сушки

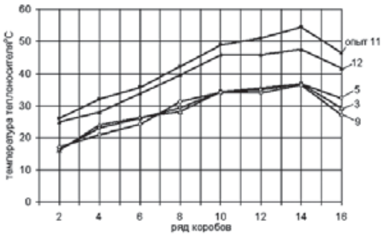


Рис. 2. Изменение температуры теплоносителя по высоте камеры сушки

Это подтверждается изменением температуры теплоносителя в отводящих коробах (рис. 2). Для большинства опытов характерно повышение температуры отработанного теплоносителя по мере сушки зерна, и уменьшение его температуры на 2,0…10,9°C

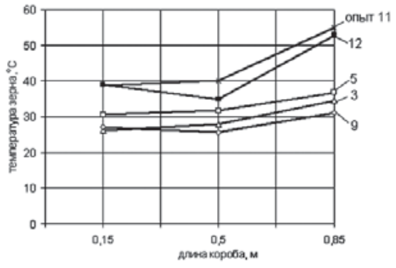


Рис. 3. Изменение температуры зерна вдоль коробов 14 ряда

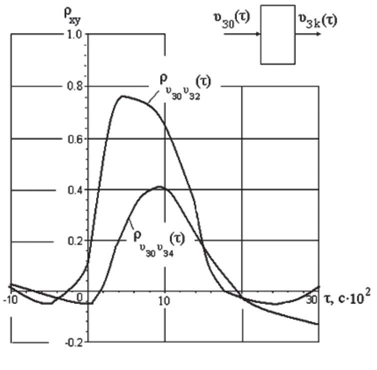


Рис. 4. Нормированные взаимные корреляционные функции процессов $J_{30}(t)$ – $J_3(t)$ на уровне второго и четвертого ряда коробов

ствует о её способности сглаживать их амплитуду, а температуры зерна и теплоносителя, наоборот, повышаются. Отношение дисперсии колебаний влажности зерна на выходе камеры к дисперсии колебаний влажности на её входе укладывается в диапазон 0,61...0,85.

Разброс средних температур теплоносителя в горизонтальном сечении камеры сушки достигает 1,0…8,9°С, разброс влажностей зерна составляет 1,4…12,9%, а разброс температур зерна – 5,4…25,2°С для 14-го ряда. Это превышает задаваемую агротехническими требованиями [15] неравномерность выполнения сушки.

Табл. 3.

Динамические характеристики процессов на входе и выходе сушилки

Процесс	ρ, мин	*f*, $c^{-1}\cdot10^{-3}$
$W_0(t)$	15…60	6,0…13,0
$J_{30}(t)$	18…67	5,5…15,0
$W(t)$	27…63	6,3…13,8
$J_3(t)$	15…46	7,0…13,5

Какой-либо устойчивой закономерности в распределении полей температуры и влажности зерна по ширине камеры не обнаружено. Однако обнаружена закономерность изменения температуры зерна вдоль коробов. Во всех опытах (рис. 3) наблюдались более высокие температуры зерна вблизи отводящего диффузора. Это является следствием неравномерного распределения теплоносителя вдоль коробов [8-9]. В конце коробов у стенки диффузора подача теплоносителя больше, чем в их средней части, что определяет больший подвод тепловой энергии к зерну. Изменение температуры зерна вдоль короба достигает 4,9…25,2°С. Для эффективного перераспределения потоков газа вдоль коробов могут быть использованы мероприятия, предложенные в [8-11].

По реализациям случайных процессов вычислены оценки нормированных корреляционных функций и функций спектральной плотности (табл. 3 и 4). Анализ сглаженных оценок нормированных корреляционных функций позволяет сделать вывод об их эргодических свойствах. Период колебаний существенных частот оказался сопоставим с экспозицией сушки.

Интервалы корреляции ρ и граничные частоты *f* процесса изменения влажности зерна *W*(*t*) по высоте камеры сушки (табл. 4) практически не изменяются. Это подтверждает, что сушилка как динамическое звено не меняет структуру (частотный состав) процесса *W*(*t*). Стабильным по высоте камеры сохраняется также частотный состав процесса изменения температуры теплоносителя $J_T(t)$.

Меняются по высоте камеры показатели процесса изменения температуры зерна $J_3(t)$. По мере его нагрева и обезвоживания интервалы корреляции и граничные частоты постепенно приближаются к аналогичным показателям процесса *W*(*t*). Это подтверждает связь между ними.

Табл. 4.

Динамические характеристики процессов по высоте сушилки

Ряд коробов	Процессы					
	W(*t*)		$J_3(t)$		$J_T(t)$	
	ρ_W, мин	f_W, $c^{-1}\cdot10^{-3}$	ρ_{J3}, мин	f_{J3}, $c^{-1}\cdot10^{-3}$	ρ_{JT}, мин	f_{JT}, $c^{-1}\cdot10^{-3}$
2	27,0…43,0	9,0…10,5	12,0…30,0	6,0…16,5	12,0…51,0	7,0…22,5
6	23,0…43,0	9,0…10,5	12,0…36,0	7,5…16,5	12,0…33,0	6,0…16,5
8	25,0…33,0	7,5…10,5	12,0…36,0	7,5…16,5	15,0…39,0	6,0…16,5
11	20,0…25,0	7,5…9,0	12,0…35,0	10,5…18,5	15,0…35,0	7,5…18,0
14	25,0…30,0	6,0…7,5	13,5…39,0	7,5…24,0	10,0…35,0	6,0…16,5
15	20,0…40,0	6,0…10,5	15,0…40,0	7,5…12,0	12,0…42,0	6,0…18,0

Взаимные корреляционные функции процессов по каналам преобразования возмущающих воздействий подтверждают существование между ними тесной корреляционной связи, сдвиг максимума которой, практически равен экспозиции. Коэффициенты взаимной корреляции процессов $W_0(t)$ – $J_3(t)$ и $J_3(t)$ – $J_3(t)$ в зависимости от режима сушки переменны и принимают как положительные, так и отрицательные значения (табл. 5). При низких влажностях зерна (W_0<20%) коэффициенты отрицательны, а при высоких – положительны.

Наибольшие значения коэффициента корреляции процессов

Табл. 5.

Коэффициенты взаимной корреляции процессов

Процессы	Значения
$W_0(t) – \vartheta_3(t)$	-0,48…0,32
$W_0(t) – W(t)$	0,37…0,61
$W(t) – \vartheta_3(t)$	-0,77…0,39

$W(t)$ – $J_3(t)$ соответствуют зерновому слою с низкой влажностью (W<16%), что подтверждает возможность косвенной оценки его влажности по температуре нагрева. Это можно использовать в системах для принятия оперативного решения об окончании сушки.

Положительная корреляционная связь процессов $J_{30}(t)$ – $J_3(t)$ обнаружена в верхней части камеры сушки. Однако по мере удаления зоны сушки от начала камеры коэффициент взаимной корреляции процессов интенсивно убывает (рис. 4), сдвиг максимума связи обусловлен транспортным запаздыванием. В зонах, расположенных ниже шестого ряда коробов (1/3 часть высоты камеры), корреляционной связи процессов $J_{30}(t)$ – $J_3(t)$ не обнаружено, но обнаружена тесная связь процессов $W_0(t)$ – $J_3(t)$, чем подтверждается, что основным возмущением сушки являются колебания $W_0(t)$.

Принимая гипотезу о нормальном законе распределения случайной функции $W(t)$ на выходе сушилки, определена вероятность её пребывания в заданном [15] агротехническом симметричном допуске ($\Delta_W = \pm1,5\%$), которая при $\sigma_W = 0,9…2,3(\%)^2$ составляет $P_\Delta = 0,48…0,90$. Это подтверждает низкое качество сушки, и обусловливают необходимость уменьшения дисперсии колебаний влажности зерна. Эффективное решение этой задачи может быть достигнуто применением системы управления, предложенной в [12-14].

Заключение

Полученная информация характеризует сушилку как стохастическую, распределённую, многосвязную динамическую систему, обладающую транспортным запаздыванием и нелинейными (а по ряду каналов экстремальными) связями между основными переменными состояния её рабочего процесса. Колебания начальной влажности зерна вызывают значительные колебания его температуры и влажности в сушилке, период которых сопоставим с экспозицией сушки. Сушилка способна уменьшать дисперсию колебаний влажности зерна, тем не менее, неравномерность нагрева и сушки зерна во времени и пространстве ее рабочей камеры превышает агротехнические допуски, что подтверждают низкое качество выполнения рабочего процесса. Установлено, что у стенки отводящей камеры зерно нагревается больше, чем в центральной части распределительных коробов, что объясняется неравномерным распределением газа вдоль них. Для повышения качества и интенсивности сушки предложены усовершенствованные системы распределения газа и управления рабочим процессом.

References:

1. Andrianov N.M. Ocenka statisticheskih harakteristik potoka zernovogo voroha, postupajushhego v sushilku. [Evaluation of statistical characteristics of the grain heap entering the dryer]., N.M. Andrianov, S.K. Manasjan i dr., Traktory i sel’hozmashiny [Tractors and agricultural machinery]. – 2015, No. 2, pp. 20-22.

2. Andrianov N.M. Zadanie nachal’nyh uslovij i stohasticheskoj sostavljajushhej matematicheskoj modeli processa sushki zernovyh sushilok [Setting the initial conditions and the stochastic component of the mathematical model of the drying process in the grain dryers]., N.M. Andrianov, Shun’chi Mjej i dr., Polzunovskij al’manah [Polzunovsky almanac]. – 2014, No. 2, pp. 30-35.

3. Andrianov N.M. Regulirovanie teplovyh rezhimov v sushilkah s gravitacionnym dvizhushhimsja sloem. [Regulation of thermal regimes in the dryers with the gravitational moving layer]., N.M. Andrianov, A.D. Galkin i dr., Traktory i sel’hozmashiny [Tractors and agricultural machinery]. – 2014, No. 4, pp. 30-33.

4. Andrianov N.M. Teplovye rezhimy v shahtnyh zernosushilkah [Thermal regimes in shaft dryers], N.M. Andrianov, A.D. Galkin i dr., Sel’skij mehanizator [Rural mechanic]. – 2014, No. 9, pp. 12-13.

5. Andrianov N.M. Obosnovanie sistemy stabilizacii potoka teploty dlja zernosushilok shahtnogo tipa. [Justification of the heat flow stabilization systems for shaft-type dryers]., N.M. Andrianov, Shun’chi Mjej., Fundamental Researches. – 2014., No. 8 (part 7)., pp. 1518-1523.

6. Andrianov N.M. Kontrol’ i regulirovanie temperatury zerna v shahtnyh sushilkah [Control and regulation of temperature of grain in shaft dryers]., N.M. Andrianov, Shun’chi Mjej., Traktory i sel’hozmashiny [Tractors and agricultural machinery]. – 2014., No. 8., pp. 9-13.

7. Andrianov N.M. Obosnovanie sistemy regulirovanija temperatury zerna dlja sushilok shahtnogo tipa. [Justification of grain temperature control system for shaft-type dryers]., N.M. Andrianov, Shun’chi Mjej., Fundamental Researches. – 2014., No. 11 (part 2)., pp. 259-265.

8. Andrianov N.M. Sovershenstvovanie sistemy raspredelenija gaza shahtnyh zernosushilok [Improving the gas distribution system of shaft dryers]., N.M. Andrianov, A.V. Nikolaenok., Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. Jaroslava Mudrogo [Bulletin of the Yaroslav-the-Wise Novgorod State University]. – 2013, No. 71, Vol. 2., pp. 4-7.

9. Andrianov N.M. Optimizacija sistemy raspredelenija teplonositelja shahtnyh zernosushilok [Optimization of the coolant distribution system in shaft dryers]., N.M. Andrianov., Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Saint-Petersburg State Agrarian University]. – 2008., No. 10., pp. 160-164.

10. Andrianov N.M. Ustrojstvo raspredelenija gaza v shahtnoj zernosushilke [Gas distribution device in the shaft dryer]., N.M. Andrianov., Patent RU 2269079. 2006, Bull. No. 07.

11. Andrianov N.M. Sposob raspredelenija gaza v shahtnoj zernosushilke i ustrojstvo dlja ego

osushhestvlenija [A way to distribute gas in the shaft dryer and the device to do that]., N.M. Andrianov., Patent RU 2538185. 2015, Bull. No.01.

12. Andrianov N.M. Sposob avtomaticheskogo regulirovanija processa sushki zerna i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija [The method of automatic regulation of the grain drying process and the device for its realization]., N.M. Andrianov, L.V. Kolesov i dr., Patent RU 2157958. 2000, Bull. No. 29.

13. Andrianov N.M. Sposob avtomaticheskogo regulirovanija processa sushki zerna v shahtnoj zernosushilke i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija [The method of automatic regulation of the grain drying process in the shaft dryer and a device for its realization]., N.M. Andrianov, L.V. Kolesov i dr., Patent RU 2018076. 1994, Bull. No.15.

14. Andrianov N.M. Sposob avtomaticheskogo regulirovanija processa sushki zerna i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija [The method of automatic regulation of the grain drying process and the device for its realization]., N.M. Andrianov., Patent RU 2135917. 1999, Bull. No. 24.

15. Chizhikov A.G. Operacionnaja tehnologija posleuborochnoj obrabotki i hranenija zerna (v Nechernozemnoj zone) [Operating technology of postharvest processing and storage of grain (in the non-chernozem zone)]. – Moskva., Rossel'hozizdat, 1981. – 191 p.

Литература:

1. Андрианов Н.М. Оценка статистических характеристик потока зернового вороха, поступающего в сушилку., Н.М. Андрианов, С.К. Манасян и др., Тракторы и сельхозмашины. – 2015., No. 2., С. 20-22.

2. Андрианов Н.М. Задание начальных условий и стохастической составляющей математической модели процесса сушки зерновых сушилок., Н.М. Андрианов, Шуньчи Мэй и др., Ползуновский альманах. – 2014., No. 2., С. 30-35.

3. Андрианов Н.М. Регулирование тепловых режимов в сушилках с гравитационным движущимся слоем., Н.М. Андрианов, А.Д. Галкин и др., Тракторы и сельхозмашины. – 2014., No. 4., С. 30-33.

4. Андрианов Н.М. Тепловые режимы в шахтных зерносушилках., Н.М. Андрианов, А.Д. Галкин и др., Сельский механизатор. – 2014., No. 9., С. 12-13.

5. Андрианов Н.М. Обоснование системы стабилизации потока теплоты для зерносушилок шахтного типа., Н.М. Андрианов, Шуньчи Мэй., Фундаментальные исследования. – 2014., No. 8 (часть 7)., С. 1518-1523.

6. Андрианов Н.М. Контроль и регулирование температуры зерна в шахтных сушилках., Н.М. Андрианов, Шуньчи Мэй., Тракторы и сельхозмашины. – 2014., No. 8., С. 9-13.

7. Андрианов Н.М. Обоснование системы регулирования температуры зерна для сушилок шахтного типа., Н.М. Андрианов, Шуньчи Мэй., Фундаментальные исследования. – 2014., No.11 (часть 2)., С. 259-265.

8. Андрианов Н.М. Совершенствование системы распределения газа шахтных зерносушилок., Н.М. Андрианов, А.В. Николаенок., Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. – 2013., No. 71., Т. 2., С. 4-7.

9. Андрианов Н.М. Оптимизация системы распределения теплоносителя шахтных зерносушилок., Н.М. Андрианов., Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2008., No.10., С. 160-164.

10. Андрианов Н.М. Устройство распределения газа в шахтной зерносушилке., Н.М. Андрианов., Патент RU 2269079. 2006, Бюл. No. 07.

11. Андрианов Н.М. Способ распределения газа в шахтной зерносушилке и устройство для его осуществления., Н.М. Андрианов., Патент RU 2538185. 2015, Бюл. No. 01.

12. Андрианов Н.М. Способ автоматического регулирования процесса сушки зерна и устройство для его осуществления., Н.М. Андрианов, Л.В. Колесов и др., Патент RU 2157958. 2000, Бюл. No. 29.

13. Андрианов Н.М. Способ автоматического регулирования процесса сушки зерна в шахтной зерносушилке и устройство для его осуществления., Н.М. Андрианов, Л.В. Колесов и др., Патент RU 2018076. 1994, Бюл. No. 15.

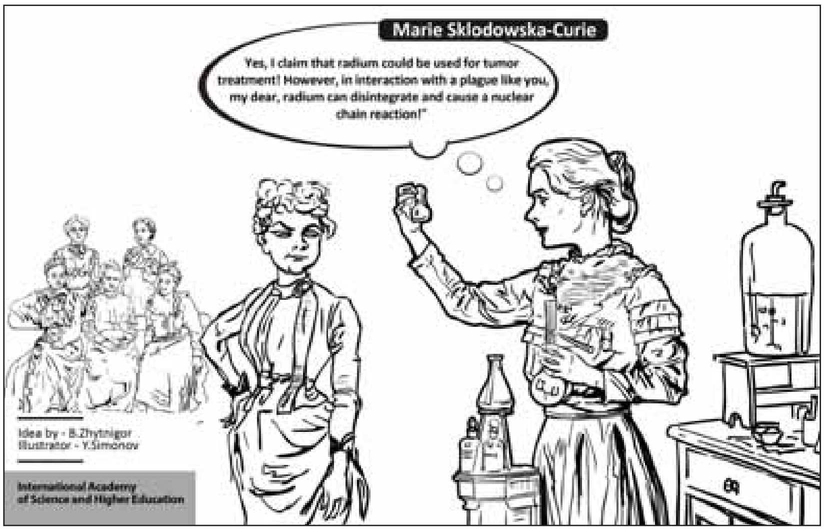
14. Андрианов Н.М. Способ автоматического регулирования процесса сушки зерна и устройство для его осуществления., Н.М. Андрианов., Патент RU 2135917. 1999, Бюл. No. 24.

15. Чижиков А.Г. Операционная технология послеуборочной обработки и хранения зерна (в Нечерноземной зоне). – Москва., Россельхозиздат, 1981. – 191 с.

Information about authors:

1. Nikolay Andrianov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University; address: Russia, Yaroslav city; e-mail: texaby66@yandex.ru

2. Mei Shunqi - Candidate of Technical Sciences, Associate professor, Wuhan Textile University; address: China, Wuhan city; e-mail: meishunqi@vip.sina.com


Marie Sklodowska-Curie
Yes, I claim that radium could be used for tumor treatment! However, in interaction with a plague like you, my dear, radium can disintegrate and cause a nuclear chain reaction!"
Idea by - B.Zhytnigor
Illustrator - Y.Simonov
International Academy of Science and Higher Education

USING THE FUSIBLE ADDITIVES IN THE BINDER TO IMPROVE THE STRENGTH PROPERTIES OF THE NON-WOVEN BACKING COMPOSITES

M.Yu. Treshchalin[1], Doctor of Technical Sciences,
Full Professor
Yu.M. Treshchalin[2], Candidate of Technical Sciences, Engineer
Moscow State University named after M. Lomonosov, Russia[1]
Moscow State Technological University «STANKIN», Russia[2]

The article is related to the possibility of improving the interaction of the fibrous structure of the nonwoven substrate and polymerized binder in the course of the manufacturing composite materials by insertion of low-melting substances in the binders.

Keywords: composite, non-woven backing, fusible substances, additives, binder, fibre.

Conference participant,
National championship in scientific analytics,
Open European and Asian research analytics championship

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ ДОБАВОК В СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА НЕТКАНОЙ ОСНОВЕ

Трещалин М.Ю.[1], д-р техн. наук, профессор
Трещалин Ю.М.[2], канд. техн. наук, инженер
Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Россия[1]
Московский государственный технологический
университет «СТАНКИН», Россия[2]

В статье рассматривается возможность улучшения взаимодействия волокнистого состава нетканой основы и полимеризованного связующего в процессе изготовления композиционных материалов за счет введения в состав связующего легкоплавких веществ.

Ключевые слова: композит, нетканая основа, легкоплавкие вещества, добавки, связующее, волокна.

Участник конференции,
Национального первенства по научной аналитике,
Открытого Европейско-Азиатского первенства по научной аналитике

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1506

При изготовлении композиционных материалов экспериментальным путем было установлено, что в процессе полимеризации происходит повышение температуры связующего, достигающей 80-120 ^{0}С в зависимости от толщины нетканой основы.

Учитывая, что выделяющаяся энергия является следствием химической реакции, происходящей при взаимодействии компонентов связующего, и не требует дополнительных затрат на изготовление композита, представляется целесообразным использовать эту энергию для спекания или расплава веществ, имеющих температуру плавления или размягчения порядка 100^{0}С, дополнительно введенных на стадии приготовления связующего с целью усиления адгезии и, как следствие, увеличения прочностных характеристик композиционного материала. Предполагаемая дополнительная прочность должна возникнуть вследствие фазового перехода или спекания частиц дополнительных веществ.

Таким образом, цель исследования заключается в качественном и количественном изменении состава компонентов связующего за счет введения в его состав легкоплавких веществ для повышения прочностных свойств композиционных материалов на основе нетканых синтетических полотен.

Выбор добавок в связующее производился исходя из следующих условий:

- применяются вещества, не используемые по своему прямому назначению для достижения упрочняющего эффекта;
- частицы вещества должны иметь минимальные размеры и находиться в твердом агрегатном состоянии при нормальных физических условиях;
- иметь температуру размягчения (плавления) в интервале 50-120 ^{0}С.

В качестве таких веществ были выбраны: тонер черного и синего цветов, применяемый в лазерных принтерах, алюминиевая пудра и черная пористая резина в виде частиц, полученных при ее обработке наждачной бумагой. Размеры частиц даны в табл. 1.

Табл. 1.

Размеры частиц применяемых добавок в связующее.

Вещество	Размер частиц, мкм
Тонер (синий)	5 - 30
Тонер (черный)	5 - 30
Алюминиевая пудра	20-30
Черная пористая резина	20-50

Тонер представляет собой красящий порошок, обладающий особыми свойствами и применяемый для создания изображения в некоторых способах цифровой и лазерной печати. Он состоит из микроскопических гранул, которые имеют ядро, полимерную оболочку и различных добавки. Средний размер гранул составляет от 5 до 30 микрон [1]. Ядро изготавливается из парафина, который при нагревании плавится. Полимерная оболочка связывает в единое целое частицы тонера. В настоящее время при производстве тонера используют полиэстер и стирен-акриловые полимеры. В состав тонера включаются: частицы окиси железа (магнетида), которые обеспечивают его магнитные свойства; модификаторы (полипропилен, полиэтилен, воск или другие добавки), способствующие поддержанию необходимой температуры размягчения тонера.

Алюминиевая пудра (выпускается двух марок: **ПАП-1** и **ПАП -2)** – порошок слоистой структуры [2]. Насыпная плотность пудры равняется приблизительно 0.15-0.30 г/см^3, содержание активного алюминия составляет 85-93%. Лепестки (чешуйки) частиц в пудрах алюминия имеют среднюю толщину 0,25-0,50 мкм, а средний размер этих чешуек составляет приблизительно 20-30 мкм. В **алюминиевой пудре присутствую примеси, массовые доли которых составляют**: железа до 0,22-0,5, кремния до 0,16-0,4, меди до 0,02-0,05, марганца до 0,007-0,01 [2]. Осмотр пудры при помощи микроскопа позволяет наблюдать наличие комков, состоящих из сваренных между собой частиц, образующихся в процессе размола.

Табл. 2.

Композиционный материал с включениями микрочастиц резины.

Добавка	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Объемная плотность, кг/м^3	Прочность при разрыве, даН	Относительное удлинение при разрыве,%	Изменение прочности за счет добавок,%	Масса добавки, г
Резина	56,855	201,8	49,83	4,6	0,00004626	1228,847	700	44	45,23	2,42

Табл. 3.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц резины.

Образец	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Плотность, кг/м^3
Резина	0,4915	14,9	12,2	3,9	0,0000000909	5407,636

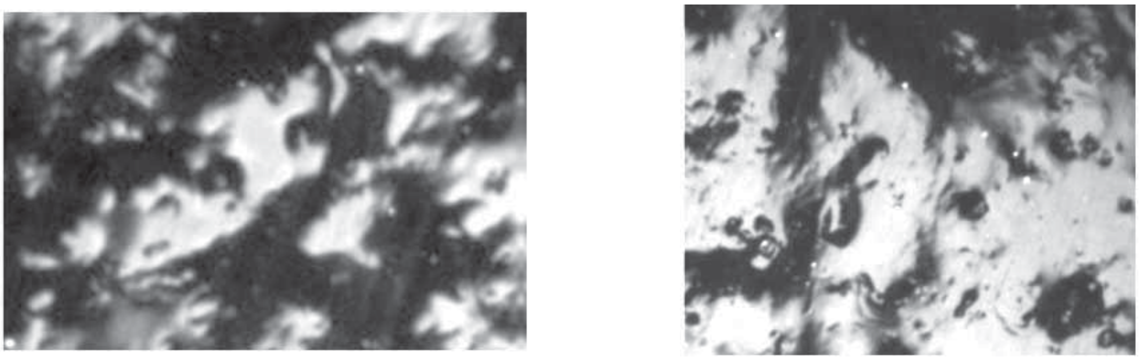


Рис. 1. Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц резины

Табл. 4.

Композиционный материал с включениями микрочастиц тонера.

Добавка	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Объемная плотность, кг/м^3	Прочность при разрыве, даН	Относительное удлинение при разрыве, %	Изменение прочности за счет добавок, %	Масса добавки, г
Тонер (черный)	49,035	199,7	49,6	4,03	0,0000399	1227,594	510	31	5,81	2,7

Пористая резина (пенорезина, мягкая резина, губчатая резина, пористая техпластина, ячеистая резина) представляет собой эластичный материал, который подразделяется на несколько типов, в зависимости от основы (каучуки EPDM, SBR, NBR, CR – полихлоропрен) и пор [3].

Производство пористой резины заключается в пластикации каучука и добавлении в него всех ингредиентов входящих в рецепт. Температурный интервал эксплуатации резиновых пористых пластин: от –45 до +75^{o}С. Размер пор изменятся от 0,4 мкм и выше. Объем пор, в зависимости от вида резины, может варьироваться от 20 до 80%. Пористые резины могут использоваться в достаточно жестких средах и условиях: кислота, щелочь, высокие и низкие температуры, масло, бензин, растворители, вода, озон, УФ.

Из приведенного описания веществ следует, что температура полимеризации, превышающая, как правило, 80 ^{0}С, должна оказывать влияние на структуру и свойства частиц тонера и резины. Поэтому первоначально все перечисленные добавки были испытаны на предмет спекания. Для этого частицы помещались между двумя металлическими (стальными) пластинами. Пластины плотно прижимались между собой при помощи груза, после чего к нижней пластине подводилось тепло в течение 3-5 минут. В результате было установлено, что спекание между собой и пластинами произошло у частиц всех испытуемых веществ. Таким образом, можно предположить наличие дополнительного упрочняющего эффекта при введении в связующее указанных добавок.

Табл. 5.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера.

Образец	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Плотность, кг/м^3
Тонер (синий)	10,3685	49,6	43,6	4,06	0,000008800	1178,196
Тонер (черный)	4,2442	30,2	28,33	4,3	0,000003675	1154,788

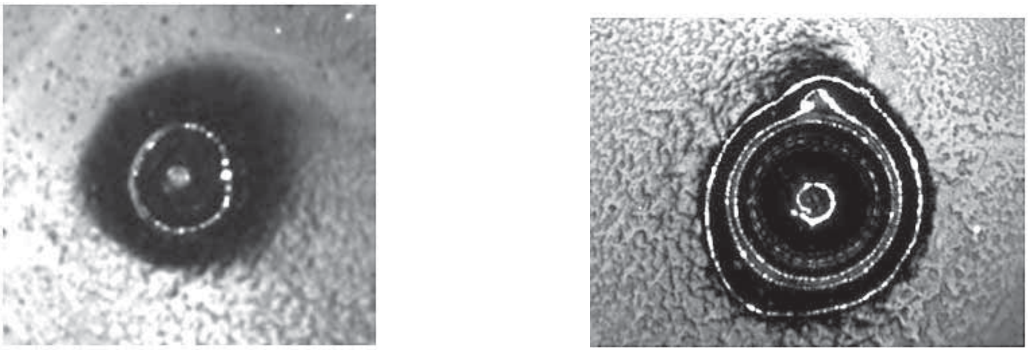


Рис. 2. Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера.

В связи с тем, что частицы добавленных веществ вносят изменения в структуру традиционного композита, состоящего из полимеризованного связующего и волокнистой основы, представляется целесообразным провести исследование расположения и взаимодействия микрочастиц, как отдельно со связующим, так и в композиционном материале. Изучение образцов проводилось визуально, при помощи мультисенсорной координатной измерительной машины для высокоточных измерений в условиях цеха марки Werth SCOPE-CHECK. Описание результатов исследований представлены ниже.

Композиционный материал с включениями микрочастиц резины. Характеристики образца представлены в табл. 2.

Частицы резины находятся в толще нетканой основы, но не равномерно расположены в объеме композиционного материала. При этом структура волокнистой основы и отдельные мононити видимых нарушений не претерпевают. Наиболее крупные частицы резины, находящиеся ближе к поверхности образца, имеют вокруг себя вспученность связующего. В целом структура композита однородная, трещины и пузырьки воздуха не наблюдаются.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц резины. Характеристики образца представлены в табл. 3.

Матрица, состоящая из связующего и частиц резины представляет собой достаточно однородную массу. Видимых механических повреждений нет, трещинообразование отсутствует. Заметны отдельные конгломераты, образованные частицами резины (рис. 1).

По периметру частицы полностью обволакиваются связующим. На поверхности контакта не наблюдается каких-либо дефектов или наличия пузырьков воздуха. Имеет место некоторая вспученность связующего вокруг частицы. Учитывая высокую пористость резины (именно по этому критерию и подобран вид резины), следует предположить, что вследствие температурного расширения связующего при полимеризации, происходит его проникновение в поры поверхностного слоя частицы. Тем самым образуется пограничный слой, способствующий усилению адгезионных связей частицы резины и полимерного связующего. Это позволяет судить о том, что частицы резины способствуют упрочнению композиционного материала.

Композиционный материал с

Табл. 6.

Композиционный материал с включениями микрочастиц алюминиевой пудры.

Добавка	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Объемная плотность, кг/м^3	Прочность при разрыве, даН	Относительное удлинение при разрыве,%	Изменение прочности за счет добавок,%	Масса добавки, г
Алюминиевая пудра	69,8849	202,5	50,3	5,33	0,0000543	1286,446	568	19	-3,73	20
	54,2695	204,5	50,2	4,43	0,0000454	1193,210	539	15	-8,64	10

Табл. 7.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц алюминиевой пудры.

Добавка	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Плотность, кг/м^3
Алюминиевая пудра	1,6174	24,7	22,33	2,17	0,00000119	1351,416
	2,5898	40,0	14,77	3,8	0,00000224	1152,865

включениями микрочастиц тонера. Характеристики образца представлены в табл. 4.

Прежде всего, следует отметить, что независимо от цвета тонера (синий или черный) наблюдается неравномерность распределения частиц в объеме композиционного материала. Нет видимых повреждений, трещин, пузырьков воздуха, разломов. Материал имеет цвет тонера. Отмечается наличие конгломератов тонера, которые во всем объеме композита контактируют со связующим. Конгломераты частиц не вносят видимых нарушений в структуру и не оказывают отрицательного влияния на прочность композита, способствуя дополнительному скреплению мононитей основы и связующего. Кроме того, сравнивая структуру нетканого полотна и композита, можно утверждать, что полимеризованное связующее с добавками тонера не оказывает влияния на расположение мононитей основы.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера. Характеристики образца представлены в табл. 5.

Рассматривая под большим увеличением частицу тонера в матрице, следует в первую очередь отметить наплывы связующего вокруг частицы. Причем, эти наплывы затухают по мере удаления от нее. Хорошо за-

Табл. 8.

Композиционный материал с включениями микрочастиц тонера и резины.

Добавка	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Объемная плотность, кг/м^3	Прочность при разрыве, даН	Относительное удлинение при разрыве,%	Изменение прочности за счет добавок,%	Масса добавки, г
Тонер +резина	47,3044	200,8	49,6	3,93	0,00003918	1207,323	600	25	24,48	1,8

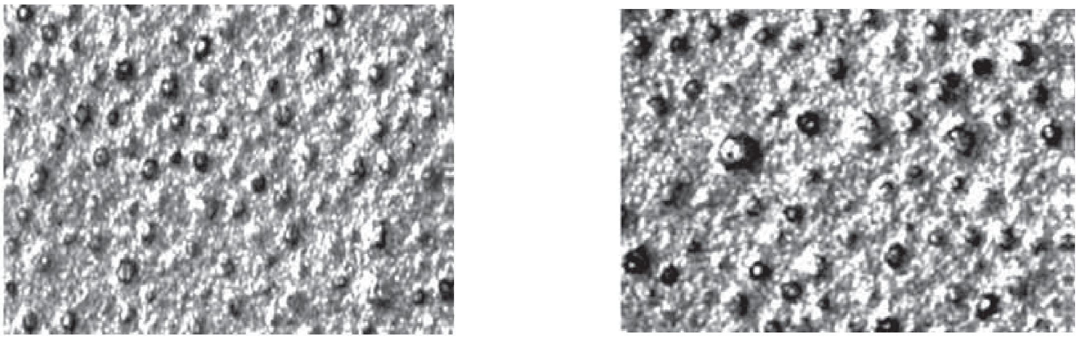


Рис. 3. Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера и резины.

Табл. 9.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера и резины.

Образец	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Плотность, кг/м^3
Тонер+резина	4,2094	49,6	18,03	3,9	0,000003486	1207,508

Табл. 10.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера и алюминиевой пудры.

Добавка	Масса, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, м^3	Плотность, кг/м^3
Алюминиевая пудра + тонер	4,5898	34,0	16,54	3,69	0,000002075	2211,8452

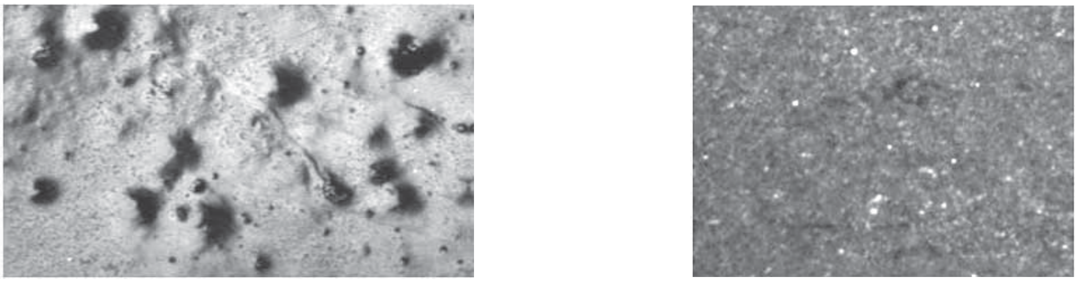


Рис. 4. Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера и алюминиевой пудры.

метны черные полоски включений тонера в пограничном со связующим слое (рис. 2). Изучение фотоснимков дает возможность предположить, что в процессе полимеризации, связующее сжимает частицу тонера по всему ее объему (периметру). С учетом давления и достаточно высокой температуры (80-120 ^{0}С) наночастицы, составляющие внешнюю поверхность и полимерную оболочку тонера, проникают в связующее, образуя пограничный слой. При этом отсутствует трещинообразование или наличие пузырьков воздуха. Внутренняя структура частицы тонера не нарушена. Таким образом, во взаимодействии со связующим участвуют только поверхностные слои частицы тонера. Можно предположить, что плотность матрицы в пограничном слое больше, чем ее плотность на удалении от частицы.

Композиционный материал с включениями микрочастиц алюминиевой пудры. Характеристики образца представлены в табл. 6.

Частицы алюминиевой пудры размещаются равномерно по всему объему композита. В основном, пудра образует конгломераты, соединенные между собой, По фотоснимку можно судить о спекании частиц. Видимых нарушений структуры композиционного материала не отмечается. Частицы пудры контактируют с мононитями основы, но не нарушают их первоначальное расположение.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц алюминиевой пудры. Характеристики образца представлены в табл. 7.

Общее впечатление однородности матрицы, в которой частицы алюминиевой пудры распределены равномерно по всему объему. Не наблюдается нарушения структуры, трещинообразований. Отдельные частицы взаимодействуют между собой, образуя конгломераты. По-видимому, за счет температурного расширения связующего при полимеризации, происходит сжатие и спекание частиц пудры. Некоторая неровность внешней поверхности (как и в случае с частицами тонера) обусловлена отсутствием внешнего ограничения в виде крышки, что наблюдается и в матрице без добавок.

Композиционный материал с включениями микрочастиц тонера и резины. Характеристики образца представлены в табл. 8.

В целом структура однородная, но присутствуют отдельные частицы резины, имеющие более крупные размеры. Первоначальное расположение мононитей в структуре нетканой основы не нарушено. Трещинообразования не наблюдается. Можно предположить, что частицы добавок оказывают демпфирующий эффект.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера и резины. Характеристики образца представлены в табл. 9.

Достаточно однородная масса (рис. 3). Присутствуют отдельные частицы резины. Не отмечается наличие трещин и воздушных включений. Внешняя поверхность ровная, гладкая. Вспученность отсутствует.

Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц тонера и алюминиевой пудры. Характеристики образца представлены в табл. 10.

Заметны отдельные частицы тонера, но в целом структура однородная (рис. 4). Алюминиевая пудра и тонер распределены равномерно по всему объему. Взаимодействию частиц способствует спекание частиц пудры в процессе полимеризации и образование пограничного слоя вокруг частиц тонера. Можно предположить, что матрица состоящая из связующего, частиц тонера и пудры будет иметь наилучшие прочностные характеристики за счет различных физико-химических эффектов при взаимодействии указанных компонентов.

Проведенные исследования показывают, что температурное расширение связующего в процессе полимеризации, оказывает существенное влияние на характер его взаимодействия с частицами рассматриваемых добавок, вследствие различной физической и химической природы веществ.

Обобщая результаты изучения микроструктуры матрицы и композиционного материала с добавлением частиц легкоплавких веществ, можно сделать следующие выводы:

- применение веществ, используемых в качестве добавок, не приводит к наличию пузырьков воздуха, трещинообразованию в структуре композиционного материала, наличию механических пороков, способствующих снижению прочностных свойств композитов;
- частицы добавок должны иметь, по возможности, меньшие размеры, сопоставимые с частицами тонера и пудры (в идеале – наночастицы), что способствует улучшению их взаимодействия со связующим;
- единичная мононить контактирует со связующим и добавками по всему объему (периметру);

- пудра из рассматриваемых видов добавок распределена наиболее равномерно по объему композита.

References:

1. Himicheskij sostav i fizicheskie svojstva tonera [Chemical composition and physical properties of the toner]., Access mode: http://www.orgprint.com/wiki/lazernaja-pechat/sostav-i-svojstva-tonera.
2. Aljuminievaja pudra [Aluminium powder]., Access mode: http://www.promob.by/pudra.html.
3. Poristaja rezin [The porous rubber]., Access mode: http://neopren.su/type-neoprene/poristaya-rezina-poristaya-techplastina.

Литература:

1. Химический состав и физические свойства тонера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.orgprint.com/wiki/lazernaja-pechat/sostav-i-svojstva-tonera.
2. Алюминиевая пудра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.promob.by/pudra.html.
3. Пористая резин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://neopren.su/type-neoprene/poristaya-rezina-poristaya-techplastina.

Information about authors:

1. Michail Treschalin - Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Moscow Institute of State and Corporation Management; address: Russia, Moscow city; e-mail: mtreschalin@yandex.ru
2. Yuri Treschalin – Candidate of Technical Sciences, Engineer, Moscow State Technological University “Stankin”; address: Russia, Moscow city; e-mail: antropog@yandex.ru

WORLD RESEARCH
ANALYTICS
FEDERATION

Research Analytics Federations of various countries and continents, as well as the World Research Analytics Federation are public associations created for geographic and status consolidation of the GISAP participants, representation and protection of their collective interests, organization of communications between National Research Analytics Federations and between members of the GISAP.

Federations are formed at the initiative or with the assistance of official partners of the IASHE - Federations Administrators.

Federations do not have the status of legal entities, do not require state registration and acquire official status when the IASHE registers a corresponding application of an Administrator and not less than 10 members (founders) of a federation and its Statute or Regulations adopted by the founders.

If you wish to know more, please visit: http://gisap.eu

U.D.C. 674.093: 621.914.1

OPTIMISATION OF THE DYNAMIC INDICATOR OF INTERACTION BETWEEN CHISELS AND THE WOOD OF THE CONICAL FACE MILLING CUTTERS (WITH SMALL NUMBER OF CHISELS) OF SAWING MACHINES

V.V. Taratin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Nothern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia

The work is related to the study and optimisation of the dynamic performance of interaction between chisels and the wood in the course of longitudinal milling using the conical face milling cutters (with small amount of chisels) of sawing machines. This dynamics is characterized by non-uniformity of the process load when using the specified milling cutters. It was quantitatively assessed by the indicator of non-uniformity of the technological load within the cycle of processing of logs and bars into sawn timbers and wood chips. For cutters with small number of chisels this dynamic indicator equals the ratio of the maximum total length of the cutting edges of the chisels to the average length of their cutting edges simultaneously involved in cutting throughout the cycle of wood processing (turn of the cutter). Conical face milling (conical) cutters with a small number of chisels were conventionally considered as a discrete set of square-shoulder mills, i.e. as a particular case of a cutter with many chisels. The process of interaction with between the chisels and wood within the processing cycle was divided into four zones (periods): I zone – period of cutting of all chisels into the timber; II zone - period of operation of all chisels of a group and subsequent extraction from timber; III zone – the period of gradual extraction of the group of chisels from the timber; IV zone – period of approaching the neighbouring group of chisels. The size and relative orientation of these zones in time in conditions of steady cutting define the different nature of interaction between chisels and the wood with the varying intensity of technological load. Author has obtained mathematical relationships between these zones, and taking them into account – determination of the index of uneven technological load per wood processing cycle; calculations were made and a number of parameters of cutters were substantiated. The author has determined the influence on the rate of non-uniformity of width, height of milling, as well as the angle of rotation of chisels in the centre plane of the cutter. The rational (optimal) location of double lip chisels (at two-row structure) on the milling cutter body is the following: the ratio of the width of a line of chisels with larger radius of cutting to the width of a line of chisels with smaller radius of cutting (at the calculated values of the milling process) is 1.25; the size of the non-covered area of the cutting edge at the smaller base of the cutter is 50 mm with a total width of 120 mm. This condition corresponds to the minimum maximum power of cutting along the length of the chips cut and the lowest indicator of uneven technological load per turn of the cutter.

Keywords: conical face milling cutter with a small number of chisels, index of uneven technological load, sawing unit.

Conference participant,
National championship in scientific analytics,
Open European and Asian research analytics championship

УДК 674.093: 621.914.1

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗЦОВ С ДРЕВЕСИНОЙ МАЛОРЕЗЦОВЫХ ТОРЦОВО-КОНИЧЕСКИХ ФРЕЗ ЛЕСОПИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Таратин В.В., канд. техн. наук, доцент
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Россия

Работа посвящена изучению и оптимизации динамического показателя взаимодействия резцов с древесиной при продольном фрезеровании малорезцовыми торцово-коническими (коническими) фрезами лесопильных агрегатов. Эта динамика характеризуется неравномерностью технологической нагрузки при фрезеровании указанными фрезами. Она количественно оценивалась показателем неравномерности технологической нагрузки за цикл переработки брёвен и брусьев на пиломатериалы и технологическую щепу. Для малорезцовых фрез этот динамический показатель равен отношению максимальной суммарной длины режущих кромок резцов к средней длине их режущих кромок одновременно участвующих в резании за цикл переработки древесины (оборот фрезы). Торцово-конические (конические) малорезцовые фрезы условно рассматривались, как дискретный набор ступенчатых цилиндрических фрез, то есть как частный случай многорезцового фрезерного инструмента. Процесс взаимодействия резцов с древесиной за цикл её переработки был разделён на четыре зоны (периода): I зона - период врезания всех резцов группы их в древесину; II зона - период работы всех резцов группы и последовательного выходы их из древесины; III зона - период последовательного выходы резцов группы из древесины; IV зона - период подхода соседней группы резцов. Величина и взаимная ориентация во времени указанных зон при установившемся резании определяет различный характер взаимодействия резцов с древесиной с различной интенсивностью технологической нагрузки. Были получены математические зависимости указанных зон и с учётом их - зависимости определения показателя неравномерности технологической нагрузки за цикл переработки древесины, выполнены расчёты и обоснован ряд параметров фрез. Установлено влияние на показатель неравномерности ширины, высоты фрезерования, а также угла разворота резцов в диаметральной плоскости фрезы. Рациональным (оптимальным) при двухрядном расположении двухкромочных резцов на корпусе фрезы является такое их расположение, чтобы отношение ширины ряда резцов с большим радиусом резания к ширине ряда резцов с меньшим радиусом резания (при расчётных значениях процесса фрезерования) составляло 1,25, величина неперекрытого участка режущей кромки у меньшего основания фрезы - 50 мм при общей ширине фрезерования 120 мм. Это условие соответствует минимальной максимальной силе резания на длине срезаемой стружки и минимальному показателю неравномерности технологической нагрузки за оборот фрезы.

Ключевые слова: малорезцовая торцово-коническая фреза, показатель неравномерности технологической нагрузки, лесопильный агрегат.

Участник конференции,
Национального первенства по научной аналитике,
Открытого Европейско-Азиатского первенства по научной аналитике

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1507

Малорезцовые торцово-конические (конические) фрезы широко применяются в отечественном и зарубежном агрегатном лесопильном оборудовании: фрезернопильных, фрезерно-брусующих, фрезерно-обрезных станках. К достоинству этих фрез относится малая трудоёмкость изготовления и эксплуатации (по сравнению с многорезцовыми фрезами) в сочетании с высоким качеством получаемых пиломатериалов и технологической щепы для ЦБП [1, 2, 6, 7].

Однако анализ результатов экспериментальных исследований и опытно-производственных испытаний фрезернопильного оборудования с се-

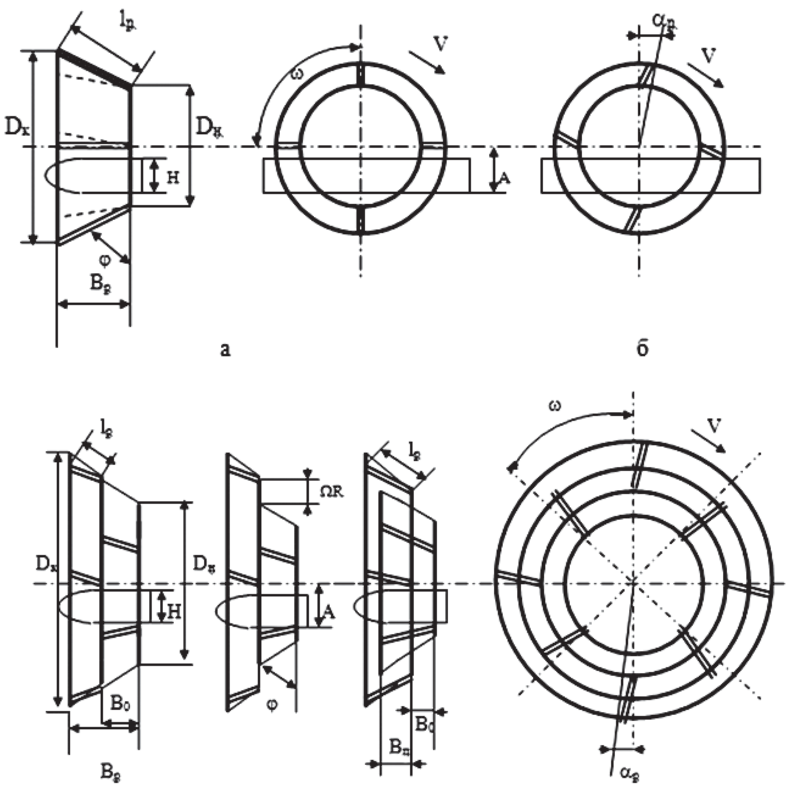


Рис. 1. Расчетные схемы малорезцовых конических фрез: а - $Z = 4$; режущие кромки резцов установлены без разворота при $\varepsilon = 0$; б - $Z = 4$; режущие кромки резцов установлены с разворотом в диаметральной плоскости фрезы при $\varepsilon > 0$; в - $Z = 8$; $\varepsilon > 0$; бесступенчатая коническая ($\Omega R = 0$); г – $Z = 8$; $\varepsilon > 0$; ступенчатая коническая ($\Omega R > 0$) с не перекрытыми смежными резцами в осевом направлении фрезы ($B_п=0$); д – $Z = 8$; $\varepsilon > 0$; ступенчатая коническая ($\Omega R > 0$) с частично перекрытыми смежными резцами в осевом направлении фрезы ($B_п > 0$)

рийно выпускаемыми малорезцовыми фрезами показал большую неравномерность технологической нагрузки за цикл переработки брёвен и брусьев и как следствие большие пиковые значения силы резания, особенно в комлевой части брёвен и брусьев, зачастую превышающих удерживающие усилия устройства подачи и базирования станков. Отсюда снижение объёмного выхода пиломатериалов и технологической щепы, их качества, надёжности и производительности оборудования, преждевременный выход из строя инструмента, повышенные энергозатраты в устройстве подачи и базирования, шум и вибрация [3]. Из-за несовершенства малорезцовых фрез 6-8% крайних досок постава фрезернопильной линии ЛФП-2/3 имели выфрезеровки на наружной пласти, при этом около 2% - на длине более 1,5 м. Похожие проблемы возникали и при опытно-промышленной эксплуатации линии ЛАПБ-2 с малорезцовыми цилиндрическими фрезами [5, 6].

Анализ конструкций отечественных и зарубежных фрез, изучение процессов прерывистого и непрерывного взаимодействия резцов с древесиной позволили нам выдвинуть гипотезу, что для обеспечения требований ресурсосбережения необходима оптимизация конструкции фрез, минимизирующая максимальную мгновенную силу резания на дуге срезаемой стружки и как следствие - неравномерность технологической нагрузки.

Указанное предположение для малорезцовых фрез можно выразить следующей целевой функцией

$$\eta = l_{\max} l_{\text{ср}}^{-1} \to \min , \qquad (1)$$

где η - показатель неравномерности технологической нагрузки (силы резания за цикл переработки древесины – за оборот фрезы);

$l_{\max}$ и $l_{\text{ср}}$ - соответственно максимальная суммарная и средняя длина режущих кромок одновременно работающих резцов.

Различные варианты малорезцовых торцово-конических (конических) фрез представлены на рис. 1.

В отличие от многорезцовых фрез они не имеют явно выраженного спирального расположения резцов на корпусах фрез. Но расположение резцов для этого типа фрез можно условно также рассматривать как спиральное, только при числе резцов в спирали равном единице ($Z/k = 1$, где Z - число резцов фрезы; k - число условных спиралей) спирали будут условные («вырожденные»).

Случай «вырожденного» спирального расположения резцов при $Z/k = 1$ соответствует конструкции фрезы (рис.1аб), когда проекция длины режущей кромки $l_р$ равняется проекции ширины фрезерования $B_р$ на ось вращения фрезы. Это случай однорядного расположения резцов в осевом направлении фрезы. При этом возможно два варианта пространственного расположения резцов. Первый вариант (рис. 1а), при $\varepsilon = 0$, где ε - это угол между проекций режущей кромки резца на плоскость перпендикулярную оси вращения фрезы и её диаметральной плоскостью, проходящей через торцовый конец резца. Второй вариант (рис.1б), при $\varepsilon > 0$.

Случай двухрядного расположения резцов в осевом направлении фрезы представлен на рис.1вгд. Возможно два конструктивных варианта малорезцовой торцово-конической (конической) фрезы при $Z/k > 1$, $\varepsilon \geq 0$. Первый вариант (рис.1в) это бесступенчатая фреза, когда параметр ступени $\Omega R = 0$. В этом случае смежные резцы (резцы, относящиеся к одной спирали) не перекрывают друг друга в осевом направлении фрезы $B_п = 0$. Второй вариант (рис.1гд) это ступенчатая фреза, когда параметр $\Omega R > 0$. Он может предусматривать два исполнения. Одно исполнение (рис.1г), когда смежные резцы не перекрывают

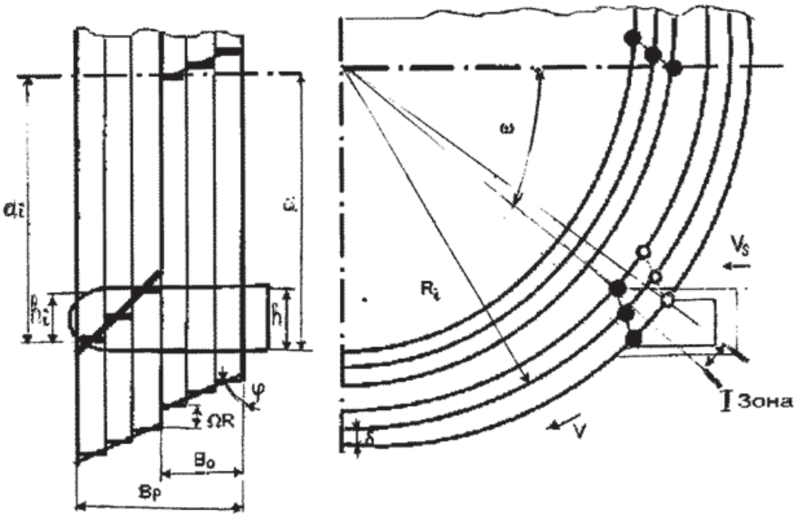


Рис. 2. Расчётная схема малорезцовой торцово-конической (конической) фрезы - период врезания от 1 до *p* условных резцов их *j* группы – I зона

$$n(\varphi)=\begin{cases} n_j^I(\varphi)=\{R-[\delta(j-1)+\Omega R]\}/\delta-(a-h)/\{\delta\sin\{\varphi-\omega(j-1)+\\ \quad +\arcsin\{(a-h)/\{R-[\delta(j-1)+\Omega R]\}\}, \quad (j-1)\omega\le\varphi\le\varphi_{(i-1)j};\\ n_j^{II}(\varphi)=i, \quad \varphi_{(i-1)j}\le\varphi\le\varphi_{(2i-1)j};\\ n_j^{III}(\varphi)=\{a/\{\delta\sin\{\varphi-\omega(j-1)+\arcsin\{a/\{R-[\delta(j-1)+\Omega R]\}\}\\ \quad -\{R-[\delta(j-1)+\Omega R]\}/\delta+0{,}5+i, \quad \varphi_{(2i-1)j}\le\varphi\le j\omega. \end{cases} \tag{2}$$

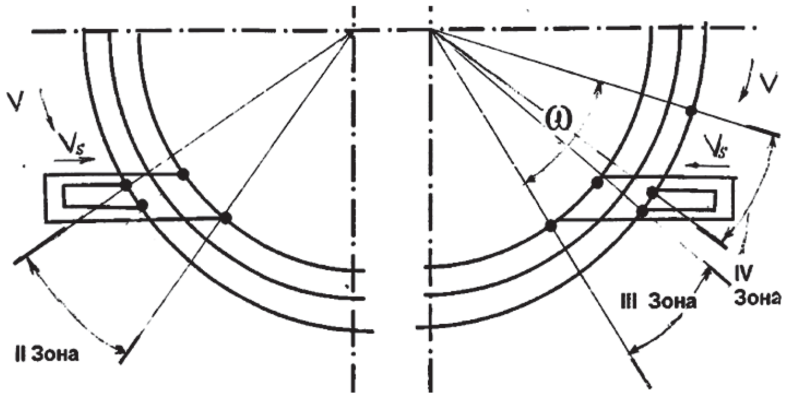


Рис. 3. Расчетная схема малорезцовой торцово-конической (конической) фрезы: а - период работы от 1 до *p* условных резцов *j* группы и выхода из древесины – II зона; б - период выхода условных резцов группы - III зона и период подхода соседней *j* +1 группы резцов - IV зона

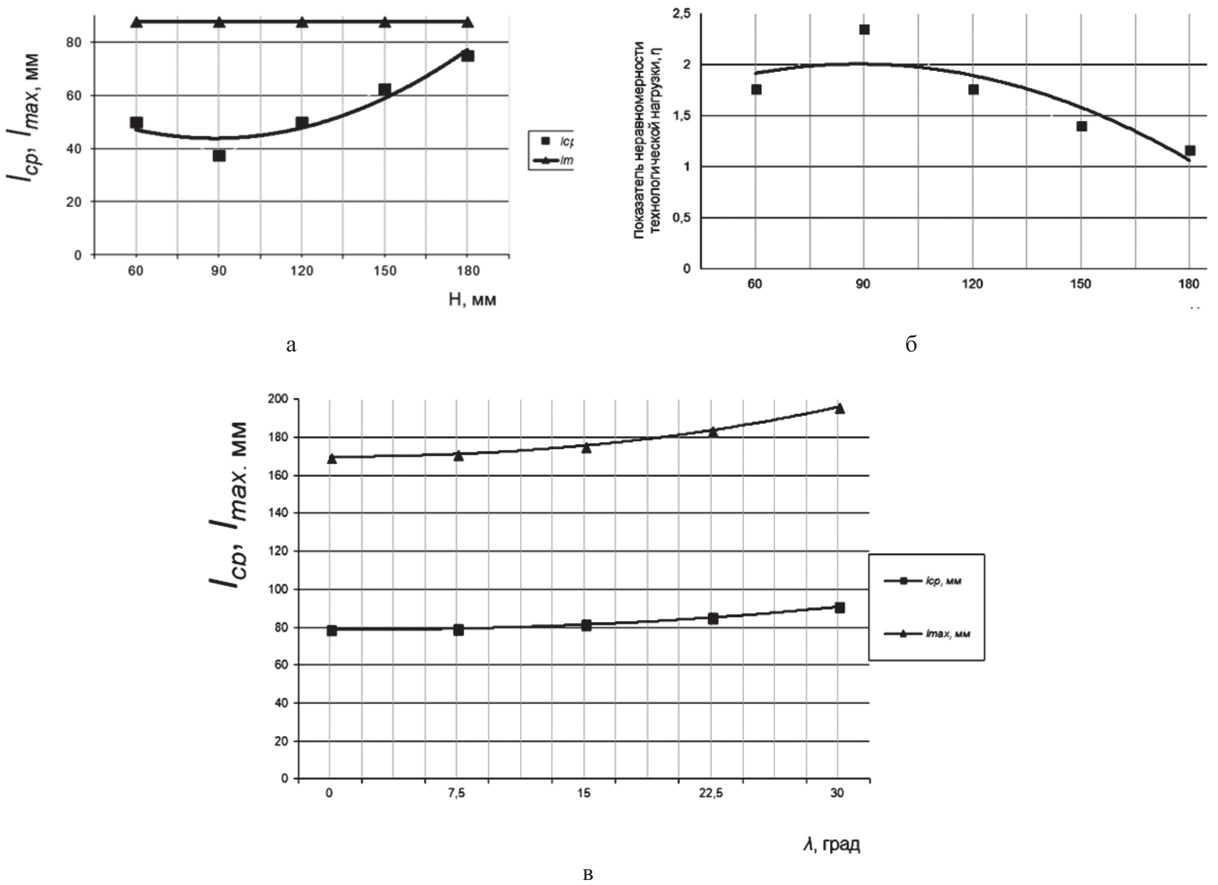
друг друга в осевом направлении фрезы $B_п$=0, другое - (рис.1д) с частично перекрытыми смежными резцами в осевом направлении фрезы $B_п$>0.

При математическом моделировании процесса фрезерования торцово-коническую (коническую) малорезцовую фрезу условно рассматривали, как дискретный набор цилиндрических фрез разного диаметра резания, то есть, как ступенчатую цилиндрическую фрезу с расположением резцов по пространственным спиралям. Это обеспечивает единство терминологии и обозначений с многорезцовыми фрезами, а также общность методики при математическом моделировании и обосновании параметров фрезерования разнотипным фрезерным инструментом. Процесс взаимодействия резцов с древесиной при фрезеровании за цикл переработки был разделен на четыре зоны (периода). I зона (рис.2) – период врезания от 1 до *i* резцов при 1 J *i* J p *j*-ой группы резцов фрезы; II зона (рис.3а) – период работы всех *i* (1 J *i* J p) резцов группы и последовательного от 1 до i их выхода из древесины.

III зона (рис. 3б) – период последовательного от 1 до *i* выхода резцов группы из древесины; IV зона (рис. 3б) – период подхода соседней *j*+1 группы резцов.

Величина и взаимная ориентация во времени указанных зон при установившемся резании определяет различный характер взаимодействия резцов с древесиной с различной интенсивностью технологической нагрузки. Этот характер взаимодействия может быть прерывистый, при котором процесс резания носит нестабильный характер от максимальных пиковых значений силы резания (зона II) до минимальных – нулевых значений ее (зона IV). Это ухудшает динамику процесса резания, условия базирования предмета обработки, а значит, увеличиваются энергетические затраты на подачу и базирование, служит причиной значительного шума и вибрации. Кроме указанного, характер взаимодействия может быть непрерывный, при котором процесс резания носит более стабильный характер. В этом случае максимальные пиковые силы резания (зона II) имеют меньшие абсолютные значения, а разница между ними и минимальными силами резания незначительная (зона IV - отсутствует). С учетом работы резцов всех групп *k*-ой спирали фрезы при повороте ее на угол *2p/k* общая зависимость одновременно условно работающих резцов (резцов - ширина резания которых зависит от количества ступеней ступенчатой цилиндрической фрезы, в которую была преобразована исходная фреза) от угла поворота фрезы *n(j)* выражается следующей системой уравнений (2).

В системе уравнений (2) приняты следующие обозначения: *R* - максимальный радиус резания, мм; δ – радиальный шаг условных резцов в спирали, мм; ω - угловой шаг условных резцов в спирали, град; *j* - текущий угол поворота фрезы, град; Ω*R*- высота ступени между рядами резцов, мм; *a* – расстояние между нижней образующей бревна (пластью бруса) и осью фрезы, мм; *h* – толщина фрезерования,



а

б

в

Рис. 4. Влияние высоты фрезерования *h* на $l_{ср}$ и l_{max} - а, на показатель технологической нагрузки η - б, угла разворота лезвий резцов ε на $l_{ср}$ и l_{max} - в при значениях: $n_р$ = 2 (фреза двухрядная) $ΔB = B_{01} / B_{02}$ = 1 B_{01} = 60 мм; B_{02} = 60 мм; *Z* = 8 - а.б; $n_р$ = 1 (фреза однорядная); $ΔB = B_{01} / B_{02}$ = 0; B_{01} = 0 мм; *Z* = 4 - в; $B_р$ = 120 мм; *k* = 4; $Q_{вх}$ = 75°; $Q_{ср}$ = 45°; *j* = 45°; λε = 15°; S_z = 22 мм; b_0 = 2,5 мм.

мм; *i* – текущее количество одновременно работающих условных резцов при 1 J *i* J p *j*-ой группы условных резцов фрезы.

По уравнениям системы (2) можно определить количество одновременно работающих условных резцов при повороте на любой угол *j*, а также максимальное количество одновременно работающих условных резцов n_{max} фрезы.

Среднее количество $n_{ср}$ одновременно работающих условных резцов за оборот фрезы определяется по зависимости:

$$n_{cp} = 0{,}5\pi^{-1}k\sum_{j=1}^{zp^{-1}}\{n_{cp}^{I}[\varphi_{(i-1)j} - -(j-1)\omega + +i[\varphi_{(2i-1)j} - \varphi_{(i-1)j}] - -n_{cpj}^{III}[\varphi_{(2i-1)j} - \varphi_{ij}]\}. \qquad (3)$$

где *k* – число спиралей фрезы; *z* - число условных резцов в спирали; *p* - число условных резцов в группе.

После представления правой части уравнения (3) в интегральном виде и раскрытия интегральной зависимости были определены значения параметра n_{cp} .

Показатели в правой части уравнения (1) определяются по зависимостям:

$$l_{cp} = n_{cp}\, в_o / cos\varepsilon\, cos\varphi, \qquad (4)$$

$$l_{max} = n_{max}\, в_o / cos\varepsilon cos\varphi, \qquad (5)$$

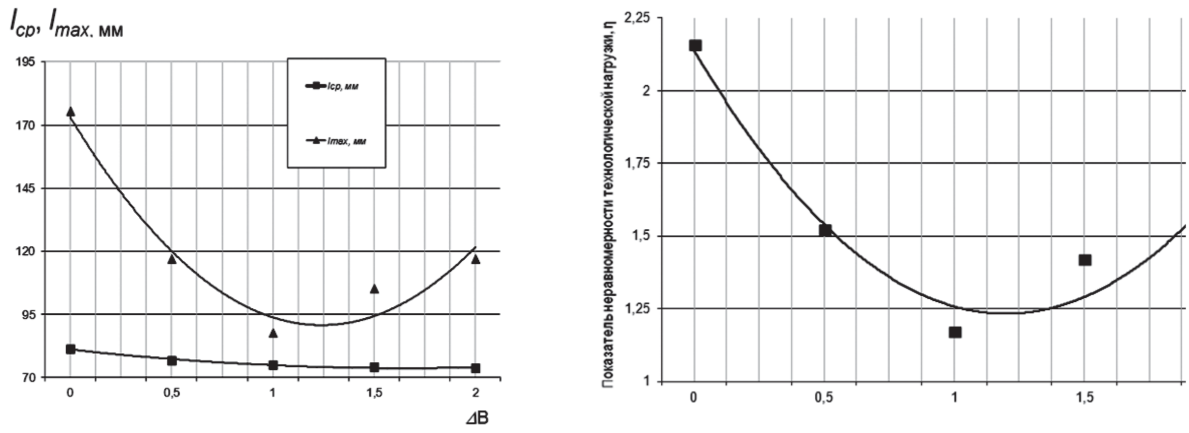
где $в_о$ - ширина фрезерования условного резца, мм; φ - угол наклона режущей кромки резца к плоскости перпендикулярной оси вращения фрезы, град.

Результаты расчётов по зависимостям (1) - (5) показали следующее.

С уменьшением ширины фрезерования наблюдается снижение l_{max} , l_{cp} , η , причём для l_{max} и l_{cp} это снижение имеет линейный характер, а для η - слегка выраженный криволинейный. Условие (1) не достигается (экстремумов не наблюдается).

С увеличением толщины фрезерования l_{cp} не изменяется, а l_{max} сначала с *h* = 60 мм до *h* = 90 мм незначительно уменьшается, а затем до *h* = 180 мм растёт с большей интенсивностью с наличием экстремального (минимального) значения в диапазоне толщины фрезерования от 80 до 100 мм (рис. 4а). Криволинейный характер последней зависимости сказывается на характере параметра η. Он также криволинейный, но с обратной вогнутостью, не позволяющей в экстремальной точке минимизацию показателя η, а значит условие минимизации критерия по зависимости (1) (рис. 4б). не достигается.

С увеличением угла ε наблюдается незначительный рост показателей l_{max} и l_{cp} по слабовыраженным криволинейным зависимостям, не имеющим экстремальных точек (рис. 4в).



а

б

Рис. 5. Влияние *D*В на: а - $l_{\max}$ и l_{cp}; б – показатель неравномерности технологической нагрузки η.

Показатель η при изменении параметра ε остаётся постоянным.

При установившемся резании (все условные резцы группы внедряются в древесину) минимум показателя l_{max} достигается при ε = 0°. Однако в начальный момент резания при неустановившемся резании (не все условные резцы участвуют в резании) с позиции лучших условий базирования, а также уменьшения ударной нагрузки целесообразно иметь угол ε > 0°. Значение параметра ε в большинстве конструкций отечественных и зарубежных торцово-конических (конических) малорезцовых фрез принимают равным 15°. Это значение параметра ε считается рациональным по результатам опытно-промышленных и производственных испытаний фрезерного инструмента и прежде всего по показателю качества технологической щепы [1, 2, 5, 7].

На рис.5 представлены графики влияния параметра $\Delta B = B_{01}/B_{02}$ - отношения ширины ряда резцов с большим радиусом резания B_{01} к ширине ряда резцов с меньшим радиусом резания B_{02} - соответственно на среднюю и максимальную суммарную длину одновременно работающих резцов (рис.5а), а также на показатель неравномерности технологической нагрузки (рис.5б). Постоянными значениями при построении графиков были: $B_{\text{р}}$ = 120 мм; k = 4; $Q_{\text{вх}}$ = 75°; $Q_{\text{ср}}$ = 45°; j = 45°; ε = 15°; S_z = 22 мм; h = 180 мм; b_0= 2,5 мм.

С увеличением параметра ΔB показатель l_{cp} уменьшается по слабовыраженной криволинейной зависимости. Показатель l_{max} сначала с ΔB от 0 до 1,25 резко уменьшается, а затем с ΔB от 1,25 до 2 растёт с несколько меньшей интенсивностью (рис. 5а) с наличием экстремального (минимального) значения при ΔB = 1,25.

Криволинейный характер последней зависимости сказывается на характере параметра η (рис. 5б). Он также криволинейный, но с той же вогнутостью, позволяющей получить в экстремальной точке при ΔB = 1,25 минимизацию показателя η, а значит достижения условия минимизации критерия по зависимости (1).

Именно при параметре ΔB = 1,25 минимизируется значение максимальной мгновенной силы резания на дуге срезаемой стружки и обеспечивается минимальный показатель неравномерности технологической нагрузки за цикл агрегатной переработки (оборот фрезы).

Выполненные расчёты позволили обосновать ряд конструктивно-технологических параметров, обеспечивающих требования ресурсосбережения по критерию (1).

Проведение оптимизации конструкции ресурсосберегающей торцово-конической малорезцовой фрезы (патент РФ № 1782732 [4]) с двухрядным расположением двухкромочных резцов и с перекрытием режущих кромок в осевом направлении (рис. 1д) с использованием целевой функции (1) и зависимостей (2) – (5) относительно параметра B_0 показало, что с учетом применяемых поставов и параметров перерабатываемого сырья, величина перекрытия в осевом направлении должна составлять $B_{\text{п}}$ = 70 мм, а значит при общей ширине фрезерования в осевом направлении фрезы $B_{\text{р}}$ = 120 мм, величина неперекрытой части резца, расположенного у меньшего основания корпуса фрезы, в осевом направлении B_0 должна составлять 50 мм.

Как показали расчеты, если для традиционной фрезы с полным перекрытием смежных резцов (рис. 1а, б) при переработке пиловочного сырья на фрезернопильной линии с вершинным диаметром, например 20-24 см, при обработке комлевой части бревен (брусьев) ширина фрезерования соответствующая одновременно находящимся в древесине лезвиям резцов достигает 100-120 мм, то для ресурсосберегающей конструкции фрезы (рис. 1д) этот параметр составит 50-70 мм, Снижение почти в два раза указанного параметра важно для улучшения условий базирования, а значит снижения энергозатрат на него для обеспечения высокого качества вырабатываемых пиломатериалов и технологической щепы и, в частности, будет способствовать уменьшению выфрезеровок на боковых пластях крайних досок постава фрезернопильных линий.

На основании исследования неравномерности технологической нагрузки малорезцовых торцово-конических фрез лесопильных агрегатов были обоснованы следующие рациональные параметры малорезцовых торцово-конических фрез с двухкромочными резцами: $\Delta B = 1{,}25$, $B_{\text{п}} = 70$ мм, $B_0 = 50$ мм, $V = 25$ м/с, $S_z = 22$ мм, $n_{\text{р}} = 2$, $Z = 8$, $k = 4$, $j = 45°$, $B_{\text{р}} = 120$ мм; $k = 4$; $Q_{\text{вх}} = 75°$; $Q_{\text{ср}} = 45°$; $\varepsilon = 15°$. Эти параметры заложены нами в техническом задании на проектирование ресурсосберегающих фрез для фрезерно-брусующих и фрезернопильных станков агрегатных лесопильных линий.

References:

1. Avksent'ev M.P. Frezernyj instrument dlja agregatnogo oborudovanija. Tezisy dokladov k Vsesojuznomu seminaru «Sostojanie i osnovnye napravlenija razvitija agregatnogo lesopilenija v tekushhej pjatiletke i na perspektivu» [Milling tool for modular equipment. Abstracts of reports to the All-Union Seminar «Status and trends of development of aggregate sawing in the current five-year period and for the future»]., M.P. Avksent'ev., Central'nyj nauch.-issled. in-t mehan. obrab. drev. CNIIMOD [Central Research Institute for Machine Processing of Wood CRIMPW]. - Arhangel'sk, 1985., pp. 25-32.

2. Borovikov E.M. Lesopilenie na agregatnom oborudovanii [Sawmilling using the aggregate equipment]., E.M. Borovikov L.A. Fefilov, V.V. Shestakov. - Moskva., Lesnaja promyshlennost' [Timber Industry]., 1985. - 216 p.

3. Grube, A.Je. Derevorezhushhie instrumenty [Woodworking Tools]., A.E. Grube. - Moskva., Lesnaja promyshlennost' [Timber Industry]., 1971. - 343 p.

4. Pat. 1782732 Rossijskaja Federacija, MPK4 V27, G13/02, 13/04. Torcovo-konicheskaja malonozhevaja freza [Patent No. 1782732, Russian Federation, MPK4 B27, G13/02, 13.04. Conical face cutter with small number of chisels]., V.V. Taratin A.P. Tarutin; zajavitel' i patentoobladatel' Central'nyj nauch.-issled. in-t mehan. obrab. drev. [The applicant and the patentee - Central Research Institute for Machine Processing of Wood]. – No. 4840963/15; zajavl. 23.12.90; opubl. 23.12.92. Bjul. No. 47 [Application 23.12.90; published on 23.12.92. Bulletin No. 47]. - 47 p.

5. Senkevich L.V. Sovershenstvovanie konstruktivnyh parametrov malonozhevyh torcovo-konicheskih frez dlja frezerno-pil'nogo oborudovanija [Improvement of design parameters of conical face cutters with small number of chisels for sawmill equipment]., avtoref. dis.... kand. tehn. nauk [Abstract of the Thesis by the Candidate of Technical science]. 05.21.05.SPb., LTA. – St. Petersburg., 1994. – 22 p.

6. Taratin V.V. Lesopil'nye agregaty: sovremennoe sostojanie i tendencii ih sovershenstvovanija [Sawmilling aggregates: the current state and trends of their improvement]., V.V. Taratin., Derevoobrab. prom-st' [Timber industry]. - 1998., No. 1., pp. 3-6.

7. Fronius, K. Spaner Kreissägen Bandsägen., K. Fronius. – Stuttgart., DRW-Verlag, 1989 - 300 p.

Литература:

1. Авксентьев М.П. Фрезерный инструмент для агрегатного оборудования. Тезисы докладов к Всесоюзному семинару «Состояние и основные направления развития агрегатного лесопиления в текущей пятилетке и на перспективу» [Текст]., М.П. Авксеньтьев., Центральный науч.-исслед. ин-т механ. обраб. древ. ЦНИИМОД. - Архангельск, 1985., С. 25-32.

2. Боровиков Е.М. Лесопиление на агрегатном оборудовании [Текст]., Е.М. Боровиков, Л.А. Фефилов, В.В. Шестаков. - Москва., Лесная промышленность, 1985. - 216 с.

3. Грубе, А.Э. Дереворежущие инструменты [Текст]., А.Е. Грубе. - Москва., Лесная промышленность, 1971. - 343 с.

4. Пат. 1782732 Российская Федерация, МПК4 В27, G13/02, 13/04. Торцово-коническая малоножевая фреза [Текст]., В.В. Таратин, А.П. Тарутин; заявитель и патентообладатель Центральный науч.-исслед. ин-т механ. обраб. древ. - № 4840963/15; заявл. 23.12.90; опубл. 23.12.92. Бюл. № 47. - 47 с.

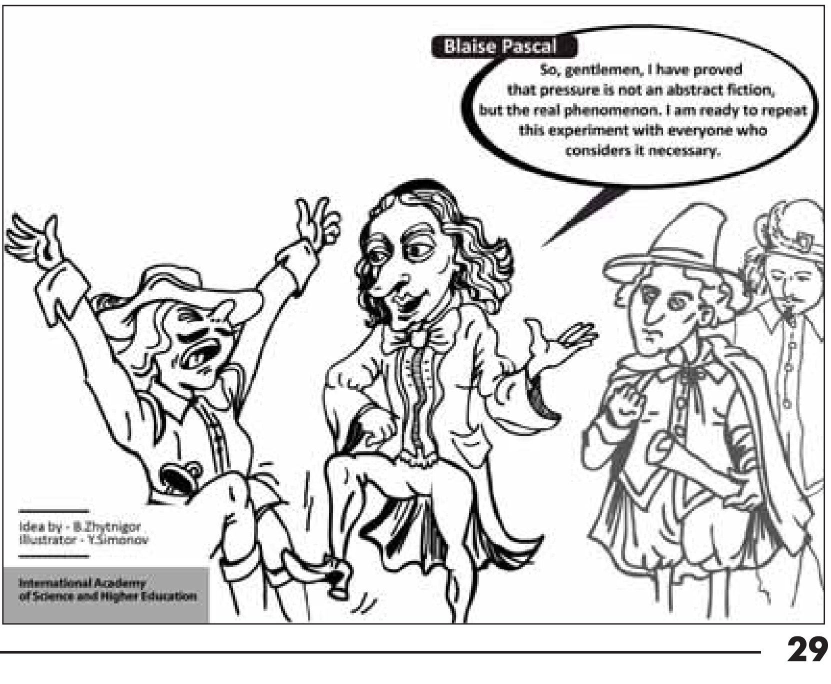
5. Сенкевич, Л.В. Совершенствование конструктивных параметров малоножевых торцово-конических фрез для фрезерно-пильного оборудования [Текст]., автореф. дис.... канд. техн. наук. 05.21.05/СПб, ЛТА. – Санкт-Петербург., 1994. - 22 с.

6. Таратин В.В. Лесопильные агрегаты: современное состояние и тенденции их совершенствования [Текст]., В.В. Таратин., Деревообраб. пром-сть. - 1998., № 1., С. 3-6.

7. Fronius K. Spaner Kreissägen Bandsägen [Text]., K. Fronius. – Stuttgart., DRW-Verlag, 1989 - 300 p.

Information about author:

1. Vjacheslav Taratin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nothern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; address: Russia, Arkhangelsk city; e-mail: taratinvjacheslav@rambler.ru


Blaise Pascal
So, gentlemen, I have proved that pressure is not an abstract fiction, but the real phenomenon. I am ready to repeat this experiment with everyone who considers it necessary.
Idea by - B.Zhytnigor
Illustrator - Y.Simonov
International Academy of Science and Higher Education

THE EFFECTS OF TECHNICAL PROGRESS ON ITALIAN TOURISM COMPANIES

D. Szutowski, Doctoral Candidate
Poznań University of Economics, Faculty of International Business and Economics, Poland

Purpose. The purpose of the present research was to determine the effects of technical progress on the value of Italian tourism companies.

Design/methodology/approach. The research was performed on the data on three tourism companies listed on the Borsa Italiana: Autogrill, GrandiViaggi, and Snai. The research was based on publicly available data on technical progress retrieved from the ProQuest database. The effects of the technical advancement were measured using the event-study method. All the data on the asset prices was retrieved from the database of the stock exchange.

Findings. The research indicates that on average the implementation of any kind of technical advancement augments the company's market value by 1% within 21 days surrounding the release of the information to the market. However, the results differentiated strongly among the different types of technical advancement projects.

Research limitations. The main limitation is that the research covered only the technical advancement projects from one country.

Originality/value. The paper fulfils the knowledge gap concerning the results of the technical progress in tourism enterprises.

Keywords: tourism enterprise, technical progress

Conference participant

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1508

Introduction

Technical progress is usually attributed to such business fields as electronics, aviation, pharmaceutical industry etc. However, technical progress is also provided by the low-tech industries to a significant extent.

In the extensive work on technical progress and innovation Lundvall [2010] distinguishes incremental and breakthrough technical changes. He indicates that the substantial part of the incremental progress originates form the routine actions. In such approach, the every-day operations, and the minor upgrades are more important than the formal R&D (at the same time, that the breakthrough advancements are more likely to occur in specialised research facilities). Furthermore, the routine every-day actions occur in both high-tech, and low-tech industries, and therefore the chances for minor upgrades to occur are virtually the same in both.

Tourism is the low-tech industry. However, it has a crucial role in the economy of the European Union [WTTC 2014]. It contributes to both – GDP and employment [Ernst & Young 2013].

In order to study the effects of the technical progress of tourism enterprises the event-study method was employed. The results indicate, that the technical advancement causes the market value to increase on average by 1%.

The paper is organised as follows. First, the tourism enterprises are defined. Second, the method is presented. Third, the results of the empirical investigation are delivered. Fourth, the discussion and conclusions are delivered.

Tourism enterprise

In the current research, the definition of tourism enterprises was retrieved from the United Nations World Tourism Organisation. According to the UNWTO tourism enterprises cover: accommodation for visitors, food and beverage servicing activities, passenger transportation, travel agencies, and other reservation activities [UNWTO 2010]. However, the distinction may be problematic, if a company is engaged in different activities. In such case, an enterprise will be classified as tourism if more than a half of the value added is generated by the tourism-related activity [UNWTO 2010].

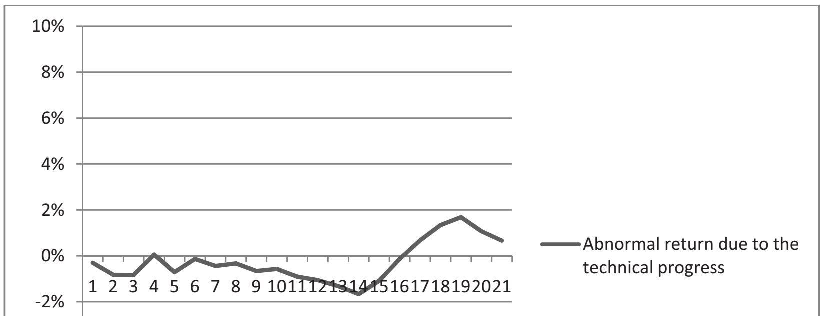
Method

The purpose of the present research was to determine the effects of technical progress on the value of Italian tourism companies. The spatial scope encompassed Italy. The research was focused on tourism enterprises listed on the main market of Borsa Italiana. The data on technical progress was retrieved from the ProQuest database. Within the studied period three different types of technical progress were identified:

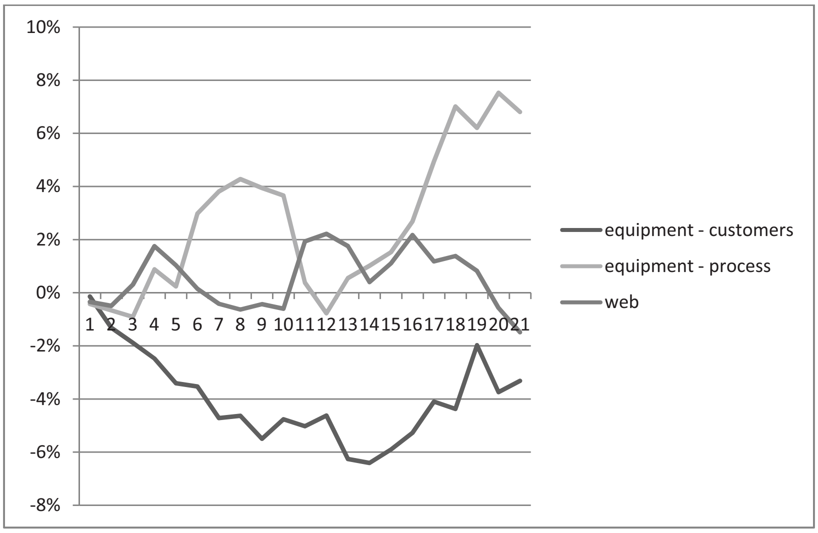
- Advancement in the equipment used directly to provide services to customers.
- Advancement in the machinery used in the internal processes of companies.

Implementation of web technologies.

The effects of technical advancement projects were measured using the event-study method [Campbell, Lo, MacKinlay 1997; McWilliams, A. &Siegel 1997]. The changes in market value resulting from the technical changes were measured in the short-term due to the assumption about the market efficiency [Fama 1970]. The abnormal returns were calculated as the difference between the actual ones, and the ones calculated using the Fama & French



Graph 1. Abnormal returns due to the technical progress made by tourism enterprises
Source: own development



Graph 2. The abnormal returns resulting from different types of technical progress
Source: own development

three-factor model. In the preliminary research on the effects of innovation [Szutowski 2014] it was ascertained that the most recognisable abnormal returns occur within the period of 21 days surrounding the event. Therefore in present study such period was employed.

Results

The results indicate that the cumulated gain in the market value resulting from the technical progress projects managed by tourism enterprises equals 1%. The distribution of the abnormal returns over the period of 21 days is presented in the graph 1.

As it may be seen, the highest gain in market value may be observed several days after the information of the technological project is announced. It may be related to the fact, that the technical progress may require some time to be acknowledged by the market (probably, the more complicated the project is, the more time the investors will need to acknowledge it).

Three types of technical progress were identified: advancement in the equipment used directly to provide services to customers, advancement in the machinery used in the internal processes of companies, and implementation of the web technologies. The results of the technical progress in all three fields were strongly diversified. Precise data is presented on the graph 2.

The abnormal returns vary strongly among the different types of technical advancement. The most profitable for the tourism enterprises is to invest in technologies that improve processes. The less profitable technological improvements are the ones focused on customers.

Conclusions

Technical advancement is of key importance for the development of companies. It is usually associated with high-tech industries, but the low-tech ones also play an important role. The good examples are the tourism enterprises.

The research was performed on the Italian tourism enterprises, listed on Borsa Italiana. The data on technical progress was retrieved from the ProQuest database. The technical advancement projects were divided into three groups: advancement in the equipment used directly to provide services to customers, advancement in the machinery used in the internal processes of companies, and implementation of the web technologies.

The results indicate that the projects focused on technical changes increase the market value by 1%. The most profit-making for the tourism companies are the technologies, which improve the internal processes. This may be based on the fact, that the profits in this case do not depend on the market reaction (customers' reaction) and bring less uncertainty.

The further research should be expanded to cover other markets. Also it seems beneficial to augment the sample in order to extract more types of technical advancement and generalise the results.

References:

1. Ernst & Young, 2013, The Hospitality Sector in Europe. An assessment of the economic contribution of the hospitality sector across 31 countries, Access mode: http://www.brewersofeurope.org/docs/publications/2013/the_hospitality_sector_in_EU_09-2013_ld_v2.pdf (01.12.2014).
2. UNWTO, 2010, International Recommendations for Tourism Statistics 2008, Studies in Methods, Series M, No. 83/Rev. 1, New York.
3. WTTC – World Travel and Tourism Council, 2014, Travel and Tourism. Economic Impact 2014. World, Access mode: http://www.wttc.org/site_media/uploads/downloads/world2014.pdf (1.1.2015).
4. Lundvall B. (ed.), 2010, National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Anthem Press, London-New York. https://doi.org/10.7135/upo9781843318903
5. Campbell J., Lo A., MacKinlay C., 1997, The Econometrics of Financial Markets, PrincetonUniversity Press, New Jersey. https://doi.org/10.1017/s1365100598009092
6. McWilliams A., Siegel D, 1997, EventStudies in Management Research: Theoretical and EmpiricalIssues, Academy of Management Journal, Vol. 40, No. 3, pp. 626–657. https://doi.org/10.2307/257056
7. Fama E., 1970, Efficientcapitalmarkets: a review of theory and empiricalwork, Journal of Finance, Vol. 25, No. 2, pp. 383–417. https://doi.org/10.2307/2325486
8. Szutowski D., 2014, Endogeniczne determinanty wpływu innowacji na wartość rynkową przedsiębiorstw turystycznych, Folia turistica, No. 32, pp. 175-194. https://doi.org/10.15611/pn.2015.396.16

Information about author:

1. Dawid Szutowski – Doctoral Candidate, Poznań University of Economics; address: Poland, Poznan city; e-mail: dawid.szutowski@ue.poznan.pl

U.D.C. 550.424

TECHNOPHILITY OF HEAVY METALS

T.F. Yakovyshyna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
A.Je. Maliy, Master
Prydneprovs’ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine

The article deals with the migration ability of heavy metals in terms of the ionic radius, Kartlendzh and power coefficient, as well as the growth of their technophility with identification of the most dangerous pollutants for the biosphere during over a hundred years.

Keywords: technophility, heavy metals, pollution, biosphere, technogenesis.

Conference participants

УДК 550.424

ТЕХНОФИЛЬНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Яковишина Т.Ф., к. с.-х. наук, доцент
Малий А.Э., магистр
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

В работе изучена миграционная способность тяжелых металлов по показателям ионного радиуса, Картленджа и энергетического коэффициента, а также рост их технофильности с выявлением наиболее опасных для биосферы загрязнителей на протяжении более чем ста лет.

Ключевые слова: технофильность, тяжелые металлы, загрязнение, биосфера, техногенез.

Участники конференции

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1509

В настоящее время в ходе своей хозяйственной деятельности человечество использует практически все химические элементы из периодической таблицы Д.И. Менделеева, однако объемы их потребления могут существенно отличаться. К сожалению, коэффициент полезного действия вовлечения химических элементов непосредственно в продукцию промышленного производства чрезвычайно низок, всего 10 % от добычи, остальное количество рассеивается в виде примесей в биосфере и обуславливает загрязнение ее компонентов, особенно это касается таких токсикантов, как тяжелые металлы. С каждым годом интенсивность техногенеза увеличивается в геометрической прогрессии, что отражается через показатели технофильности, как отношения количества извлеченного тяжелого мталла в его кларку в литосфере. Поэтому цель работы заключалась в анализе способности к миграции тяжелых металлов и их технофильности на протяжении 112 лет, что даст возможность выявления наиболее опасных загрязнителей биосферы с учетом тенденций потребностей человечества в том или ином химическом элементе.

Оценку физико-химических свойств тяжелых металлов к миграции проводили при помощи показателя Картленджа (ПК) и энергетического коэффициента для катионной формы миграции (ЭК$_{кат}$):

$$ПК = \frac{Z}{R_i},$$

$$ЭК_{кат} = \frac{Z^2}{2R_i}[0{,}75(R_i + 0{,}2)]$$

где Z – заряд иона; R_i – радиус иона, Å [1].

Показатель Картленджа является фактором электростатических особенностей иона, а энергетический коэффициент – пай энергии, которая выделяется при образовании кристаллической решетки минералов, в состав которых входят тяжелые металлы.

Технофильность тяжелого металла определяли как отношение добычи (Д) к его кларку в литосфере (К) в динамике с выборкой более чем в 100 лет:

$$T_x = Д/К, \%.$$

Анализ технофильности осуществляли, пользуясь данными United States Geological Survey относительно их годовой добычи [2].

Внутренние факторы миграции тяжелых металлов, напрямую зависящие от строения их атомов, а именно способности образовывать летучие, растворимые или инертные формы, характеризовали, используя ионный радиус, показатель Картленджа и энергетические коэффициенты. От величин ионных радиусов зависит растворимость соединений, их твердость, температура плавления и кипения, структура и энергия кристаллических решеток минералов, что в дальнейшем оказывает влияние на миграцию атомов химических элементов и рассеивание их в биосфере. Согласно А.С. Ферсману дальность миграции атомов определяется за-

Табл. 1.

Физико-химические показатели миграционной способности катионов тяжелых металлов

Ион тяжелого металла	Радиус иона, Å	Показатель Картленджа	Энергетический коэффициент
Cr^{2+}	1,83	1,09	1,77
Pb^{2+}	1,32	1,52	1,73
Cd^{2+}	1,03	1,94	1,79
Mn^{2+}	0,91	2,20	1,83
Co^{2+}	0,82	2,44	1,86
Zn^{2+}	0,81	2,47	1,87
Cu^{2+}	0,80	2,50	1,88
Ni^{2+}	0,74	2,70	1,90

кономерностями изменения величин радиусов химических элементов в зависимости от их положения в таблице Д.И. Менделеева, а именно: с увеличением порядкового номера они возрастают в группах, напротив, в периодах – уменьшаются; по диагонали – являются близкими по размерам (правило диагональных рядов); с увеличением заряда катиона уменьшаются, а аниона – увеличиваются. Относительно картлей выполняется условие (ПК < 3), следовательно, изучаемые тяжелые металлы относятся к элементам, катионы которых легко переходят в природные воды, комплексные ионы не образуются. Значения энергетических коэффициентов прямо пропорционально зависели от валентности и обратно пропорционально от ионного радиуса (табл. 1). Дальность миграции атомов химических элементов возрастала при условии увеличения радиусов и, напротив, уменьшении значений показателя Картленджа и энергетических коэффициентов в ряде от Cr^{2+} до Ni^{2+}.

Тяжелые металлы являются рассеянными химическими элементами, однако значения их кларков в земной коре могут существенно варьировать, например Zn – $8{,}3\cdot10^{-3}$; Pb – $1{,}6\cdot10^{-3}$; Cu – $4{,}7\cdot10^{-3}$; Mn – 10^{-1}; Cd – $1{,}3\cdot10^{-6}$ [3]. При этом отличаясь кларками и размерами добычи, они могут иметь одинаковую технофильность, а, следовательно, человечество использует их в своей хозяйственной деятельности пропорционально распределению в литосфере, что характерно для Cd и Hg. Показатели технофильности были динамичны по времени, иногда изменялись на несколько порядков за время выборки, что обуславливалось потребностью человечества в том или ином химическом элементе, и отражалось через объем добычи, которая возросла в XXI веке по сравнению с XX у Zn – 28,18; Pb – 6,90; Cu – 34,14; Ni – 238,97; Cr – 478, 19; Co – 579, 22; Cd – 1492,86 раз. Ряды технофильности, приведенные в табл. 2, дали возможность оценить степень вовлечения тяжелых металлов в техногенез и распространения их в биосфере. Как правило, в естественных условиях тяжелые металлы находятся в виде слаборастворимых

Табл. 2.

Изменение технофильности тяжелых металлов на протяжении XX-XXI веков

Годы	Технофильность
1900	Pb > Cu > Cr > Zn > Ni > Mn > Cd > Mo
1901	Cu > Zn > Cr > Ni > Mn > Cd > Mo > Co
1902-1903	Cu > Zn > Cr > Ni > Mn > Cd > Co > Mo
1904	Cu > Cr > Zn > Ni > Cd > Mn > Co > Mo
1905	Cu > Cr > Zn > Ni > Cd > Mn > Mo > Co
1906	Pb > Cu > Cr > Zn > Ni > Cd > Mn > Mo > Co
1907	Pb > Cu > Zn > Cr > Ni > Cd > Mn > Co > Mo
1908	Pb > Cu > Zn > Ni > Cd > Cr > Mn > Co > Mo
1909-1910	Pb > Cu > Zn > Cr > Ni > Cd > Mn > Co > Mo
1911-1912	Pb > Cu > Zn > Ni > Cd > Cr > Mn > Mo > Co
1913	Pb > Cu > Zn > Ni > Cr > Cd > Mn > Mo > Co
1914	Cu > Cr > Cd > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1915	Cu > Cr > Ni > Cd > Zn > Mn > Mo > Co
1916	Cu > Cr > Cd > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1917	Cu > Cd > Cr > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1918	Cu > Cr > Cd > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1919	Pb > Cu > Cr > Cd > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1920	Pb > Cu > Cr > Ni > Cd > Zn > Mn > Mo > Co
1921	Pb > Cu > Cr > Cd > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1922	Pb > Cu > Cd > Cr > Zn > Ni > Mn > Co > Mo
1923-1925	Pb > Cu > Cd > Cr > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1926	Cd > Cu > Cr > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1927	Pb > Cu > Cd > Cr > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1928	Pb > Cd > Cu > Cr > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1929-1930	Pb > Cd > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1931	Pb > Cd > Cu > Cr > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1932	Pb > Cd > Cu > Cr > Zn > Ni > Mn > Co > Mo
1933	Pb > Cd > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1934-1936	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1937	Cd > Cu > Cu > Cr > Zn > Ni > Mn > Mo > Co
1938-1939	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1940-1944	Cd > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1945-1947	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1948-1951	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1952-1953	Cd > Pb > Cr > Cu > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1954	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1955-1957	Cd > Pb > Cr > Cu > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1958-1974	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1975	Cd > Pb > Cr > Cu > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1976-1977	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Mo > Co
1978	Cd > Pb > Cr > Cu > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1979	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1980	Cd > Pb > Cr > Cu > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1981-1982	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Co > Mo
1983	Cd > Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Co > Mn > Mo
1984-1988	Cd > Pb > Cr > Cu > Ni > Zn > Co > Mn > Mo
1989-1990	Cd > Cr > Pb > Cu > Ni > Zn > Co > Mn > Mo
1991	Cd > Cr > Pb > Cu > Ni > Zn > Mo > Co > Mn
1992	Cd > Pb > Cr > Cu > Ni > Zn > Mo > Mn > Co
1993-1994	Cd > Cu > Pb > Cr > Ni > Zn > Mo > Mn > Co
1995	Cd > Cr > Cu > Pb > Ni > Zn > Mo > Mn > Co
1996	Cd > Cu > Cr > Pb > Ni > Zn > Mo > Mn > Co
1997	Cd > Cr > Cu > Pb > Ni > Zn > Mo > Mn > Co
1998-2000	Cd > Cr > Cu > Pb > Ni > Zn > Mo > Co > Mn
2001	Cd > Cu > Cr > Pb > Ni > Zn > Mo > Mn > Co
2002-2004	Cd > Cu > Cr > Pb > Ni > Zn > Co > Mo > Mn
2005-2012	Cd > Cr > Cu > Pb > Ni > Zn > Co > Mo > Mn

соединений, которые скрыты в толще земной коры. Однако человеческая деятельность способствует их извлечению на поверхность, трансформации соединений в более активные, в виде которых они могут включаться в трофические цепи и мигрировать в окружающей природной среде. До середины 30 гг. XX века наиболее опасным техногенным мигрантом являлся свинец, затем конкуренцию ему составляет кадмий, оба металла относятся к элементам первого класса токсичности, способны вызывать рост онкозаболеваний. С 1989 г. человечество осознает отрицательное влияние свинца на здоровье, которое проявляется в виде нервных расстройств, гиперактивности у детей, и постепенно потребление снижается (запрет на ядохимикаты содержащие свинец, попытка замены тетраэтилсвинца в топливе и т.д.), что, в свою очередь, отражается на его технофильности. В настоящее время наиболее потребляемыми элементами являются кадмий, хром и медь.

Подытожив выше изложенное, следует отметить, что, во-первых, технофильность тяжелых металлов, которая отражает потребности человечества в том или ином химическом элементе на протяжении последнего столетия возросла на несколько порядков, а, во-вторых, как в начале XX века, так и в XXI веке первое место занимают элементы первого класса токсичности, способные оказывать вредное воздействие на здоровье человека, рассеивание которых в биосфере нежелательно.

References:

1. Fedorova G.V. Praktikum z biogeohimiï dlja ekologiv: Navchal'nij posibnik [Workshop on biogeochemistry for environmentalists: textbook]., G.V. Fedorova. – Kiev., "KNT", 2007. – 288 p.

2. Kelly Thomas D. Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States., Kelly Thomas D., Matos Grecia R., Access mode: http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics.

3. Alekseenko V.A. Geohimija landshafta i okruzhajushhej sredy [Geochemistry of landscape and environment]., V.A. Alekseenko. – Moskva., Science, 1990. – 142 p.

Литература:

1. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів: Навчальний посібник., Г.В. Федорова. – Киев., "КНТ", 2007. – 288 с.

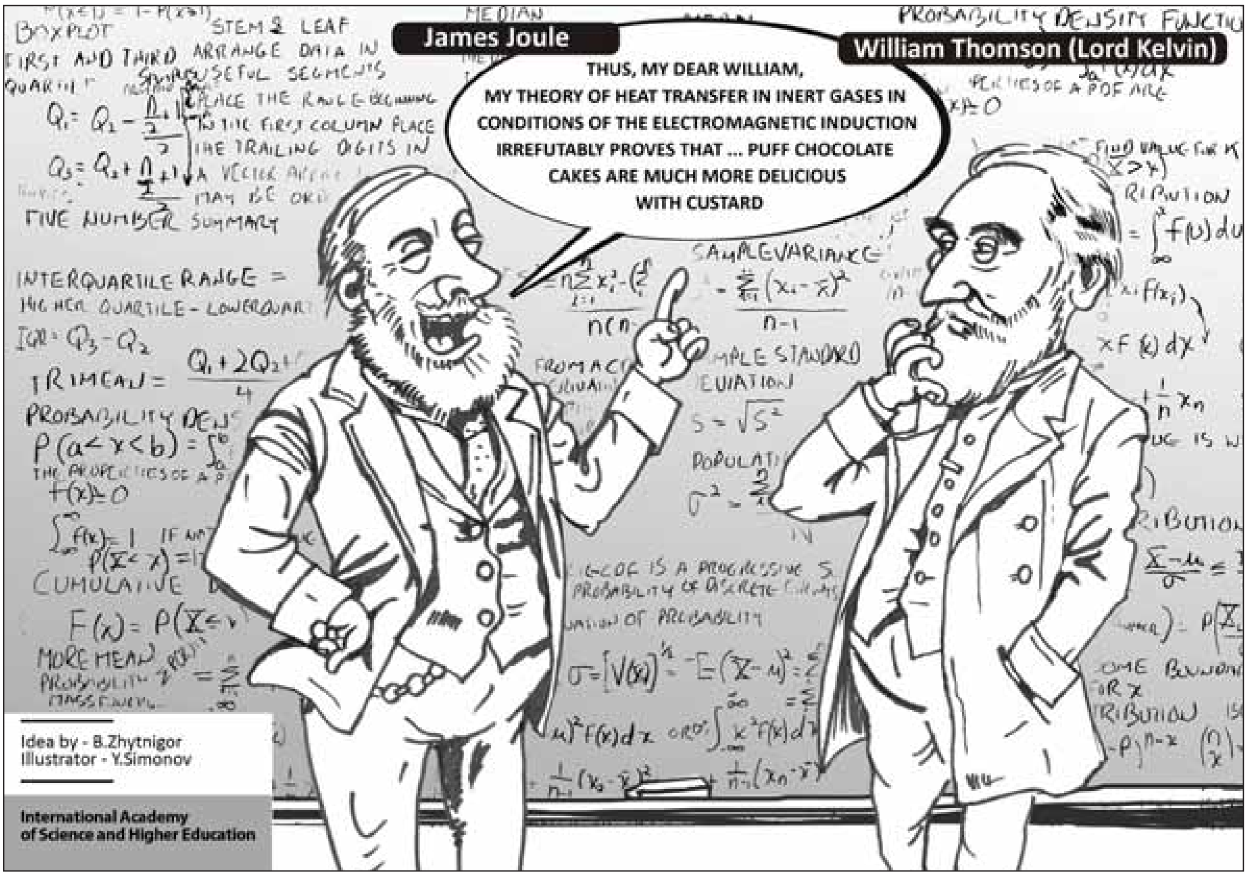
2. Kelly Thomas D. Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States., Kelly Thomas D., Matos Grecia R. – Режим доступа: http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics.

3. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающей среды., В.А. Алексеенко. – Москва., Наука, 1990. – 142 с.

Information about authors:

1. Tetiana Yakovyshyna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Prydneprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture; address: Ukraine, Dnieper city; e-mail: t_yakovyshyna@ukr.net

2. Anastasia Maliy - Master, Prydneprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture; address: Ukraine, Dnieper city; e-mail: t_yakovyshyna@ukr.net


James Joule
William Thomson (Lord Kelvin)
THUS, MY DEAR WILLIAM, MY THEORY OF HEAT TRANSFER IN INERT GASES IN CONDITIONS OF THE ELECTROMAGNETIC INDUCTION IRREFUTABLY PROVES THAT ... PUFF CHOCOLATE CAKES ARE MUCH MORE DELICIOUS WITH CUSTARD
BOXPLOT
STEM & LEAF
FIVE NUMBER SUMMARY
INTERQUARTILE RANGE = HIGHER QUARTILE - LOWER QUARTILE
IQR = Q3 - Q2
TRIMEAN
PROBABILITY DENSITY FUNCTION
CUMULATIVE
SAMPLE VARIANCE
SAMPLE STANDARD DEVIATION
S = √S²
POPULATION

Idea by - B.Zhytnigor
Illustrator - Y.Simonov

International Academy of Science and Higher Education

U.D.C. 622.24.62

DETERMINATION OF THE DRILLING RIG CONDITION

M.I. Gorbiychuk, Doctor of Technical Sciences, Full Professor
T.V. Gumenyuk, Postgraduate Student
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine

The algorithm of determination of condition of the rig is offered in the paper. The author demonstrates the interrelation between the well construction algorithm and the optimal control algorithm within the mechanical drilling process. The author offers the flowchart describing the determination of system conditions of the rig.

Keywords: drilling rig, technological condition, algorithm, determination, pattern recognition.

Conference participants,
National championship in scientific analytics

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1510

The wells are constructed in order to perform the oil and gas mining. The basic process of wells construction is drilling and fastening.

Construction of wells includes a number of processes, which are conducted in sequence [1]: construction of ground-based facilities; driving the shaft hole; separation of layers; completion of the well and bringing it into operation.

Driving the shaft hole is possible in implementation of two parallel operations: face deepening of wells using the rock cutting tool performing a rotating motion, and face purification of the drilled rock.

Separation of layers is made by successive execution of two operations: securing the walls of the hole using the casing string, and sealing the annulus.

The basic process of construction of wells is the mechanical drilling which, regardless of the rock destruction method, is performed by executing the following sequence of operations [1]:

- descent of the drill pipe with the rock cutting tool;
- destruction of rocks on the bottom of the hole;
- lifting up the column of drill pipes to replace the worn-out chisels;
- well casing lining, and tamping using the grout.

Optimization of the well hole deepening is based primarily on the criterion of minimum cost of a meter of the borehole drilling:

$$q=\frac{c_{б}\left(t_{б}+t_{cn}\right)+d}{h\left(t_{б}\right)}, \qquad (1)$$

where $c_{б}$ - cost of the drilling rig hour; $t_{б}$ - duration of current drilling; t_{cn} - duration of the round-lifting operation (RLO); d - cost of the rock cutting tool; $h\left(t_{б}\right)$ - driving on the bit per bit run.

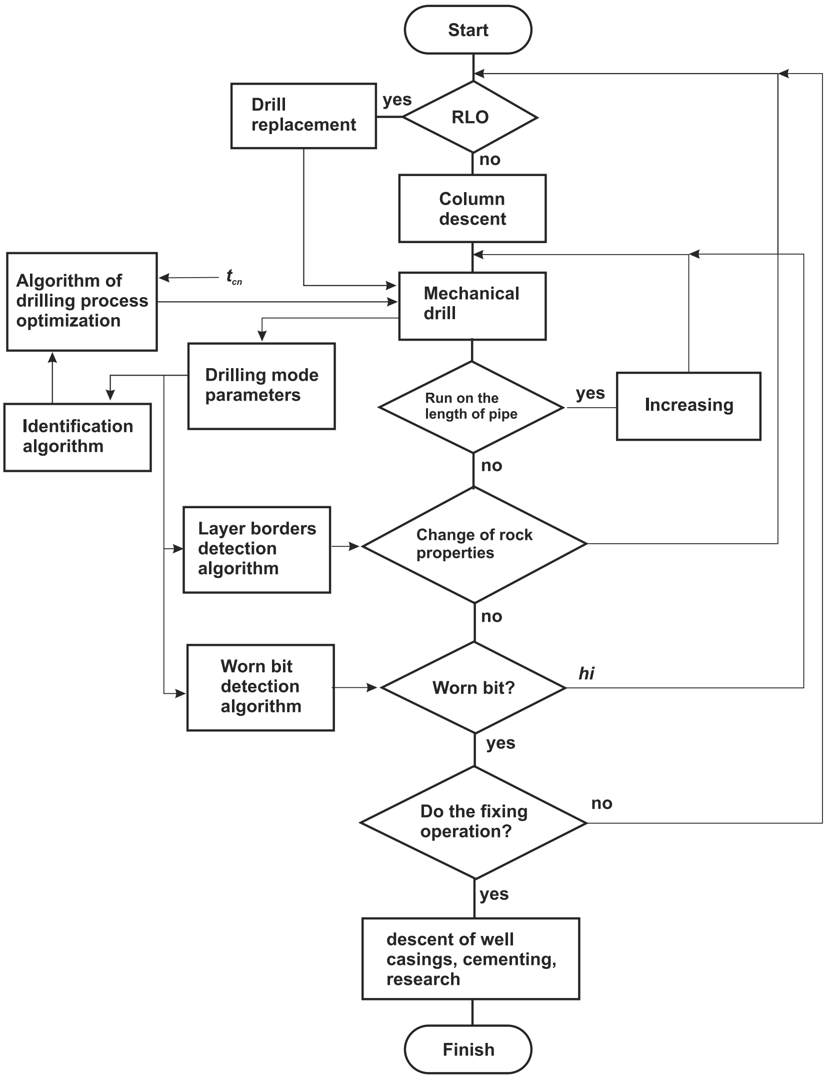

Start
RLO
yes
no
Drill replacement
Column descent
Algorithm of drilling process optimization
t_{cn}
Mechanical drill
Drilling mode parameters
Identification algorithm
Run on the length of pipe
yes
Increasing
no
Layer borders detection algorithm
Change of rock properties
no
Worn bit detection algorithm
Worn bit?
hi
yes
Do the fixing operation?
no
yes
descent of well casings, cementing, research
Finish

Fig. 1. Block diagram of the wells construction algorithm and its interaction with the algorithm of optimal control over the technological process of drilling

As the drilling process involves a number of operations implemented in a specific sequence, the optimum management criterion (1) provides that the task of determining the optimal control action must "run" at some point in time that corresponds to the beginning of production operations - mechanical drilling. ROL duration of each run is

Table 1.

Technological operations and controlled parameters

Technological process	Technological parameters	Is controlled	Information-measuring system
Hole deepening	axial load on the drill	+	
	rotor speed	+	
	torque on the rotor	+	
	flow of drilling fluid	+	
	load on the hook	+	
	casing block position		
Chisels operations	axial load on the drill	+	
	rotor speed	+	
	torque on the rotor	+	
	load on the hook	+	
	the pressure in the discharge line of drilling fluid	+	
	casing block position		
Circulation and flushing of the hole	load on the hook	+	
	flow of drilling fluid	+	
	the pressure in the discharge line of drilling fluid	+	
Grafting	load on the hook	+	
	torque to drilling keys		
	casing block position		

determined by the cost of time for such technological operations as descent and ascent of drill pipes, building the columns, replacement of chisels, circulation and flushing the hole [2].

When synthesising the optimal process management system of deepening the wells it is necessary to provide the automatic mode of input of values t_{cn} and launch the optimization problem at the moment which should synchronize with the beginning of the mechanical drilling.

Interaction of the well construction algorithm [2] with the algorithm of optimal control of the mechanical drilling process is shown on the Fig. 1.

Thus, the optimal control over the process of deepening the wells is necessary in recognizing the states of the rig.

Each state of the rig is characterized by a certain set of process parameters [3]. Table 1 shows the basic process of manufacturing operations and the construction of wells, as well as the controlled settings corresponding to the following activities.

Value t_{cn} is determined by the duration of a number of sub-operations, which are components of the RLO. These include [3] descending/ascending the drill string to replace the bit; bucket to lift the pipes; maintenance of pipes at the wellhead; twisting/untwisting the grooves; increasing the drill pipe; replacing the chisels.

In order to realize the optimal control algorithm process of deepening the wells it is important to determine the beginning and the end of the RLO. This will help to determine the length of round-lifting operations t_{cn}, which is a necessary condition for solving the optimization problem of a criterion (1).

In order to determine the duration of the RLO we set the initial timing as the time of lifting the bit for replacement; the end of RLO coincides with the moment of finishing the operation of a bit. We added the time needed to increase the column length to the received value $t_{cn}^{(1)}$. If there were *n*, increasing operations, then

$$t_{cn} = t_{cn}^{(1)} + \sum_{i=1}^{n} t_{н,i} + t_{ц}, \qquad (2)$$

where $t_{н,i}$ - time spent on increasing the drill string at i-th iteration; $t_{ц}$ - time spent on circulation washing and cleaning of wells.

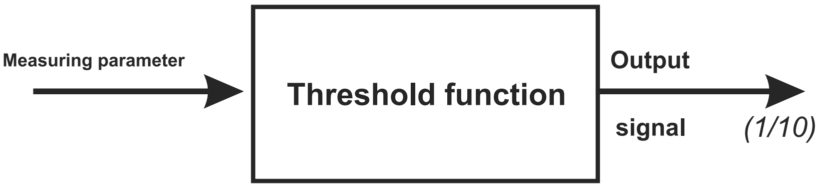


Fig. 2. The process of formation of signs

Each rig state is characterized by a certain set of process parameters. There is no need to know their absolute physical values; it's enough to establish the fact of their presence. These controlled parameters are to be kept within certain limits based on technological regulations.

Formation of signals that will be featured in the problem of recognition of states of a rig is shown in the Fig. 2. When a certain technological parameter characterizing the corresponding technological operation is within the established limit, it is set to «one», otherwise - «zero».

The task of identifying the states of a rig we formulate as the task of pattern recognition.

Each state of the rig, identified with certain manufacturing operations (Table 1) will be the pattern. The set of states of the rig creates the space of patterns Ω. If ω is the pattern, then $\omega \in \Omega$. Each pattern (technological operations) had been assigned the serial number 1, 2, …, m; $M = \{1, 2, \ldots, P\}$ - the classes set Ω_1, Ω_2, …, Ω_P. Each pattern is characterized by a set of attributes that

Table 2.2.

Identification of main states of a rig

Rig condition	Technological parameters							
	load on the hook	axial load on the drilling tools	torque on the rotor	torque at machine keys	pressure in the discharge line of drilling fluid	casing block position	costs of drilling fluid inlet and outlet of the hole	rotor speed
Drilling	1	1	1	0	1	1	1	1
Chisels operations	1	1	1	0	1	1	0	1
Increasing	1	0	0	1	0	1	0	0
Circulation and flushing the hole	1	0	0	0	1	1	1	0
Lifting of the column	1	0	0	1	0	1	0	0

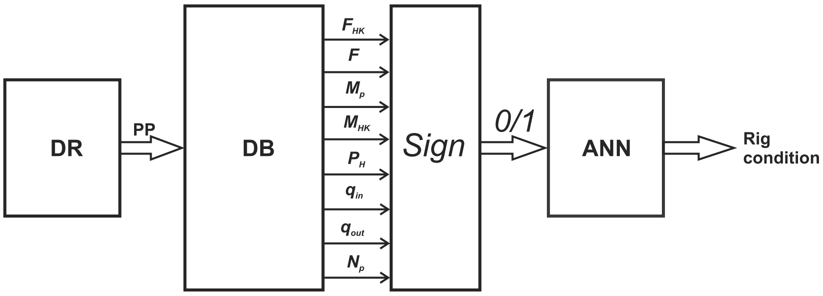


Fig. 3. Block diagram of determination of rig conditions

form a vector $\overline{x} = \left(x_1, x_2, \dots, x_n\right)^T$ in the feature space, built by the sequence of ones and zeros [4].

Since the physical parameters characterising a state of the rig are the positive values:

$$x_i = \text{sign}\left(p_i\left(t\right)\right),\ i = \overline{1,n},$$

where $p_i\left(t\right) = P_i\left(t\right) - P_{max,i}$; $P_i\left(t\right)$, $P_{max,i}$ - current and minimum value of the technological parameter;

$$\text{sign}\left(p_i\left(t\right)\right) = \begin{cases} 1\ at\ p_i\left(t\right) > 0, \\ 0\ at\ p_i\left(t\right) = 0. \end{cases}$$

Given the importance of $p_i\left(t\right)$, then

$$\text{sign}\left(p_i\left(t\right)\right) = \begin{cases} 1\ at\ P_i\left(t\right) > P_{min,i}, \\ 0\ at\ P_i\left(t\right) = P_{min,i}. \end{cases} \qquad (3)$$

Now it's possible to form a pattern recognition problem related to identification of states of the rig.

Let's create the space of patterns Ω with classes Ω_1 (drilling), Ω_2 (chisels operations), Ω_3 (increasing) i Ω_4 (lifting of the bit). Each class is characterized by its vector $\overline{x}$, components of which take binary values «0» or «1». Obviously, each class contains only one pattern, which is determined by specific technological operations presented in Table 1.

The problem lies in the fact that upon presentation of the vector $\overline{x}$ we include the object to one of the four classes. To solve this problem it is advisable to use neural network technology.

For successful implementation of an optimal process control system for deepening wells (Fig. 1) we need to know the current condition of the rig (to determine the start of the process of the mechanical drilling automatically) and, if necessary, identify the parameters of the mathematical model by the results of test drilling. Also information about the state of the drilling rig will allow automatically determining the time spent on round-lifting operations (RLO).

Block diagram of determination of rig conditions is shown on the Fig. 3.

The following indices are presented on the Figure 3:

$F_{нк}$ - load on the hook;

F - axial load on the drill;

M_p - torque of the rotor;

$P_н$ - pressure in the discharge line of the drilling fluid;

$L_б$ - casing block position;

q_{in} - flow of the drilling fluid inlet of the hole;

q_{out} - flow of the drilling fluid outlet of the hole;

N_p - rotor speed.

Information about process parameters (PP), which comes from the rig (DR) is measured by the deliverers block (DB), and is converted into the digital form (Fig. 3). Sign unit plays the role of threshold in accordance with the formula (3). On the output of the Sign unit a combination of binary signals 0/1 is created, forming the input vector which is the input of artificial neural network (ANN).

In order to recognize patterns submitted in the form of binary sequences, one should use Hopfield and Hummer neural networks.

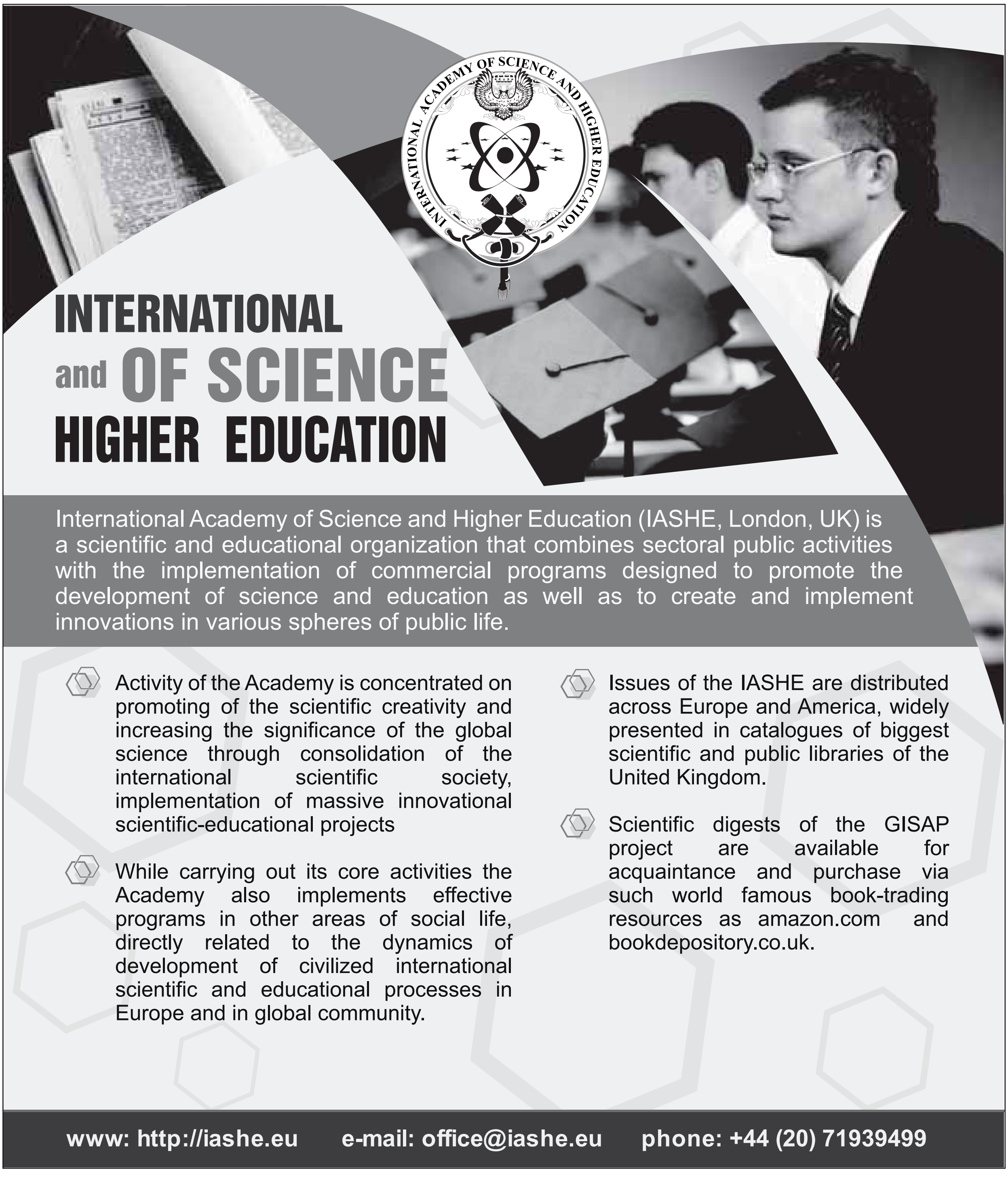
References:

1. Bulatov A.I. Technique and technology of drilling oil and gas wells: Proc. for high schools., A.I. Bulatov, Y.M. Proselkov, S.A. Shamanov. - Moskow., "Nedra-businesscenter", 2003 – 1007 p.
2. Drilling facilities. Modern technologies and equipment. – Ekaterinburg., 2002. - 579 p.
3. Kropivnitska V.B. Method of identifying the rig condition., V.B. Kropivnitska, T.V. Gumenyuk, D.O. Tkachivskyy., Bulletin of Khmelnitsky National University. - 2010., No. 1 (144)., pp. 94-97.
4. Kropivnitska V.B. Computer system of defining the rig condition., V.B. Kropivnitska, T.V. Gumenyuk, M.S. Svyryd., Progress in science. Collected Works of Buchach institute of management and auditing. - Buchach., 2009., No. 5., pp. 107-111.

Information about authors:

1 Mikhail Gorbiychuk - Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas: Ukraine; Ivano-Frankivsk city; e-mail: gorb@nung.edu.ua

2. Taras Humeniuk - Postgraduate Student, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas; address: Ukraine; Ivano-Frankivsk city; e-mail: tarasksm@gmail.com


INTERNATIONAL ACADEMY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
INTERNATIONAL
and OF SCIENCE
HIGHER EDUCATION

International Academy of Science and Higher Education (IASHE, London, UK) is a scientific and educational organization that combines sectoral public activities with the implementation of commercial programs designed to promote the development of science and education as well as to create and implement innovations in various spheres of public life.

- Activity of the Academy is concentrated on promoting of the scientific creativity and increasing the significance of the global science through consolidation of the international scientific society, implementation of massive innovational scientific-educational projects
- While carrying out its core activities the Academy also implements effective programs in other areas of social life, directly related to the dynamics of development of civilized international scientific and educational processes in Europe and in global community.
- Issues of the IASHE are distributed across Europe and America, widely presented in catalogues of biggest scientific and public libraries of the United Kingdom.
- Scientific digests of the GISAP project are available for acquaintance and purchase via such world famous book-trading resources as amazon.com and bookdepository.co.uk.

www: http://iashe.eu e-mail: office@iashe.eu phone: +44 (20) 71939499

USING THE VARIETIES OF SUGARS IN THE TECHNOLOGY OF FRUIT AND BERRY MARMALADE MASS PRODUCTION

N.O. Overchuk, Postgraduate Student
T. Zharuk, Student
Yu. Kambulova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Food Technologies, Ukraine

The paper contains results of a study of structural-mechanical properties of marmalade masses produced using the varieties of sugars in the technology of fruit and berry marmalade mass production. The possibility to use the L-pectin in the technology of fruit and jelly marmalade production and to reduce the intake of sugar is described.

Keywords: marmalade, gel making, sugars, pectin.

Conference participants,
National Research Analytics Championship

http://dx.doi.org/10.18007/gisap:tsca.v0i10.1511

There is almost no group of fruit and berry marmalade, carrying the biologically active substances in the assortment of candy and jelly products manufactured by Ukrainian producers of confectionery products. In order to improve technological schemes of the most common in Ukraine fruit and berry marmalade products, the chemical compositions and physical and chemical properties of varieties of fruit and berry puree have been studied. It was determined that the number of pectins, including the water-soluble pectin gel as a fundamental factor, apple and cornel puree are related to the puree with high pectin content; apricot – with middle level, raspberry, peach, buckthorn - with low level. In addition, only apple and cornel pectin are characterized as H-pectin, with low content of free carboxyl and acetyl groups. Patterns of formation of jelly masses (gelling ability) investigated in relation to the chosen types of puree allowed to differentiate their technology focus and to recommend apple and cornel puree for the fruit and berry marmalade, while apricot, peach, raspberry, and buckthorn - as additional gel making additive to fruit and jelly.

In technology of fruit and berry marmalade it is impossible to reduce the intake of prescribed sucrose, however the study on the use of other types of sugars with the lower glycemic index or calories is important. Thus glucose should be used to create the assortment of marmalade for children's food, fructose - in technology of manufacturing products for the diabetics.

The research on the gel quality substantiating the need to improve the technological schemes was necessary because the changing nature of the sugars significantly influences the behaviour of pectin of the apple puree.

The results of determining the gel quality

The gel quality indicators	Apple puree, sucrose	Apple puree, glucose	Apple puree, fructose
Easiness of die casting	good		
Easiness of extraction from the forms	mass is easily removed from the forms	mass is easily removed from the forms	The mass of poorly removed from the form; requires more time for jellying
Gelling ability	great/excellent	great	satisfactory
The gel strength	good	good	satisfactory
Surface condition	the surface is smooth and shiny	the surface is smooth	the surface is glossy and sticky
Stickiness	does not stick	does not stick	sticks

Materials and research methods

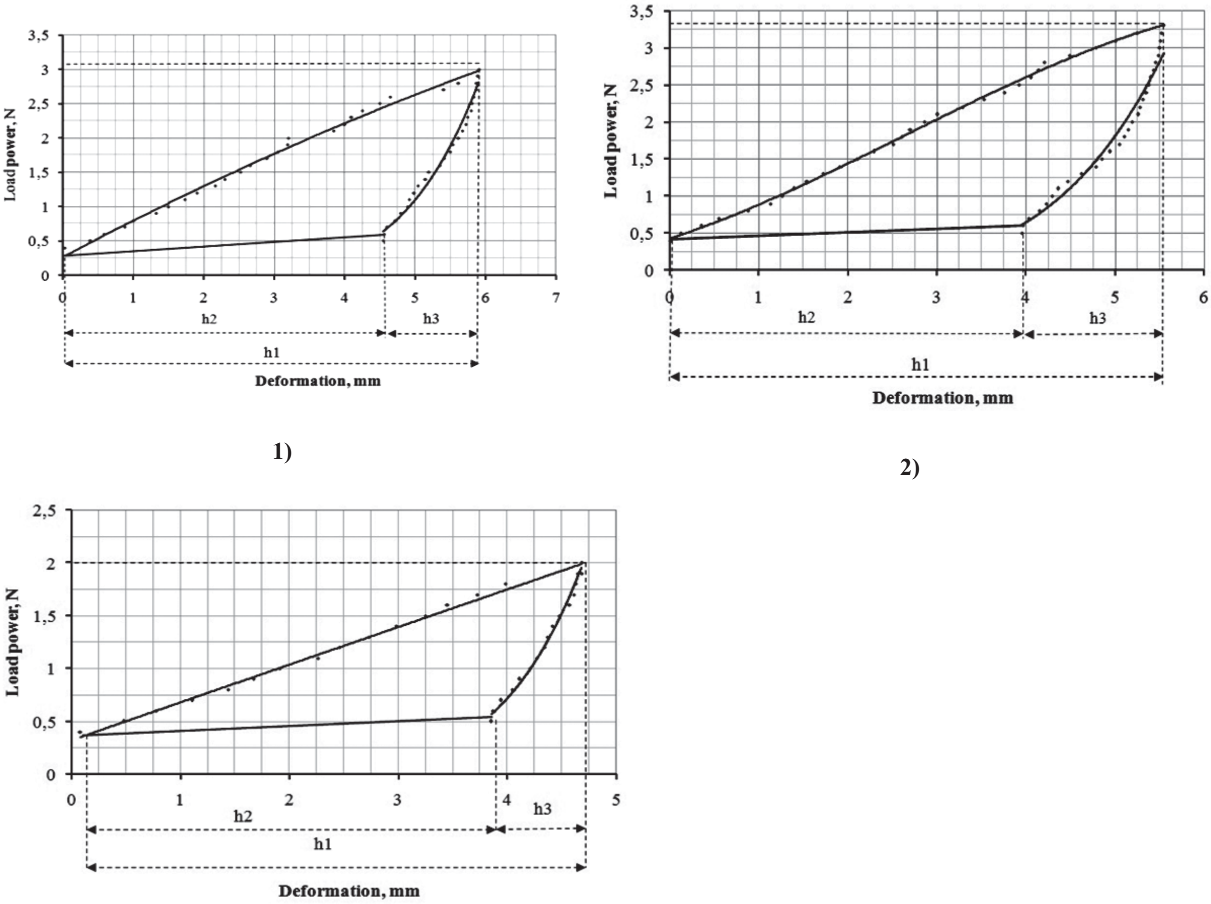
In the experiment we used the samples of marmalade mass on the basis of varieties of sugars: sucrose, glucose, and fructose. The device Valenta was used to determine the load to fracture of the gel. Determination of structural-mechanical properties of marmalade masses along the curves of the dynamics of deformation was carried out using structural property, the principle of which is based on measuring the mechanical load on the nozzle indentor, and dipping it with the pre-set speed into the prepared sample of the product. Curves of compression and unloading for samples of marmalade mass were built within 2 hours of standing. The analysis of curves allowed us to obtain several independent deformation characteristics: compressive, modulus of instantaneous elasticity, the effective viscosity, plasticity, softness, resilience, yield of strength.

Results and discussion

It was established that the marmalade masses of the sucrose and glucose were removed well from the forms; they did not stick, had a dry surface, i.e. had a great jelly-forming ability under equivalent conditions of boiling. Fructose mass demanded more time for gelation, but it clung a little to the form and was characterized by satisfactory strength.

The gel strength

Samples	Gel strength, g
Sample №1 (sucrose)	207,72
Sample №2 (glucose)	314,67
Sample №3 (fructose)	203,18



1)

2)

3)

Fig. 1. Curves of compression and unloading: 1) glucose; 2) sucrose; 3) fructose.

Structural and mechanical indicators of marmalade mass (sucrose)

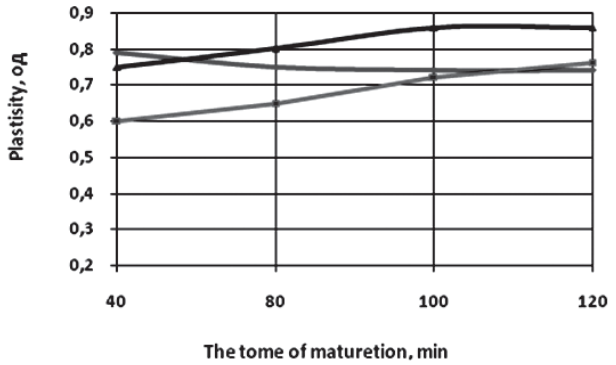
Indicators	Time of maturation, min		
	40	80	120
Compressive, J/m^3 *10^{-6}	0,22	0,35	0,33
The Young's Modulus, Pa	0,29	0,26	0,25
Effective viscosity, Pa*s	0,85	0,99	0,95
Plasticity, units	0,79	0,74	0,74
Softness, units	0,74	0,68	0,69
Recoverability, units	0,09	0,13	0,12
Absolute strain, units	0,06	0,07	0,06
Hardness, units	2,89	2,76	2,68
Conditional limit of fluidity, Pa/m^2	8,33		

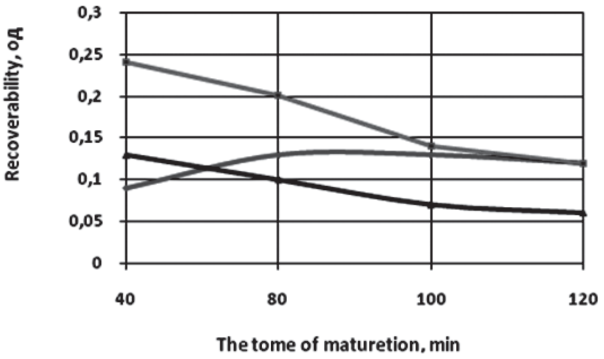
Structural and mechanical indicators of marmalade mass (glucose)

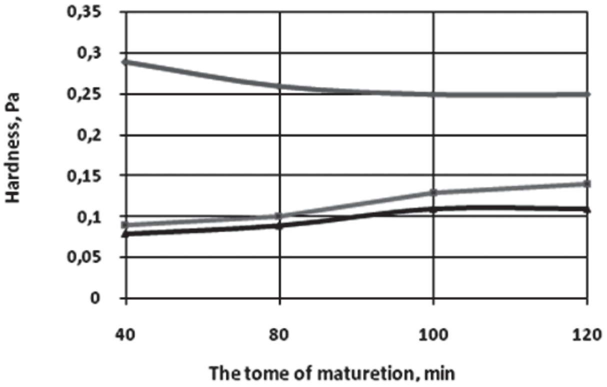
Indicators	Time of maturation, min			
	40	80	100	120
Compressive, J/m^3 *10^{-6}	0,50	0,40	0,28	0,16
The Young's Modulus, Pa	0,09	0,10	0,13	0,14
Effective viscosity, Pa*s	0,65	0,62	0,56	0,51
Plasticity, units	0,60	0,65	0,72	0,76
Softness, units	0,56	0,62	0,69	0,73
Recoverability, units	0,24	0,20	0,14	0,12
Absolute strain, units	0,04	0,04	0,04	0,04
Hardness, units	2,23	2,32	2,45	2,55
Conditional limit of fluidity, Pa/m^2	6,17			

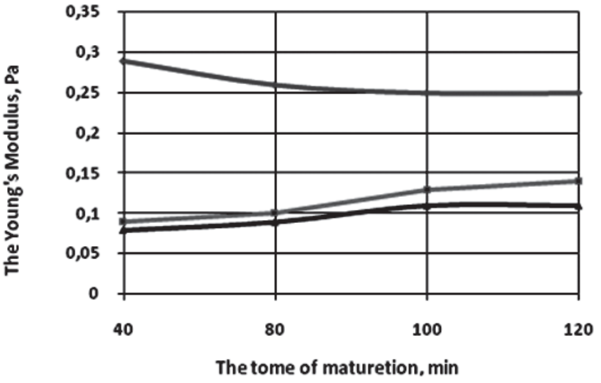
Structural and mechanical indicators of marmalade mass (fructose)

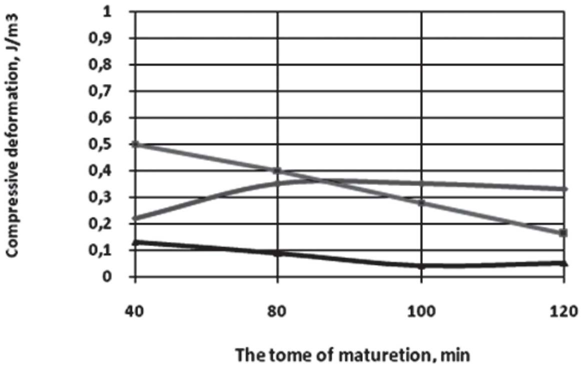
Indicators	The time of maturation, min			
	40	80	100	120
Compressive, J/m³ *10⁻⁶	0,13	0,09	0,04	0,05
The Young's Modulus, Pa	0,08	0,09	0,11	0,11
Effective viscosity, Pa*s	0,34	0,30	0,23	0,22
Plasticity, units	0,75	0,80	0,86	0,86
Softness, units	0,73	0,77	0,84	0,84
Recoverability, units	0,13	0,10	0,07	0,06
Absolute strain, units	0,03	0,03	0,02	0,02
Hardness, units	2,40	2,42	3,03	3,14
Conditional limit of fluidity, Pa/m²	4,61			

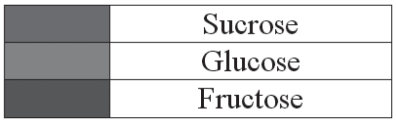








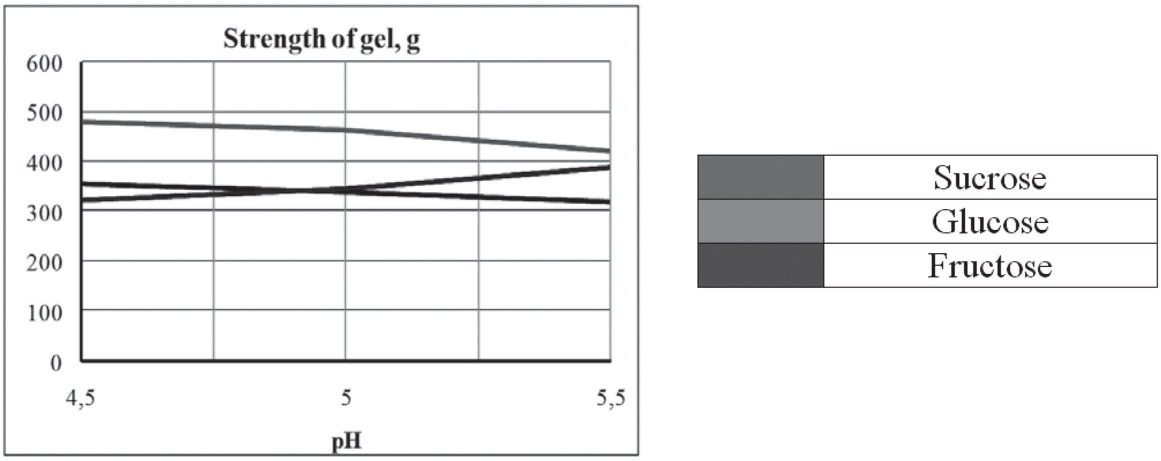




The device Valenta was used to determine the load to fracture of the gel. The highest rates are observed for the sample with glucose.

Detailed characterization of mechanical properties of the gelling systems is provided by a study on the development process of deformation – with and without the load. The structural carcass of the gel determines the amount of elastic deformation; the liquid phase determines the amount of elastic deformation. Food gel systems are characterized by slow deformation, i.e., upon unloading the deformation does not change instantaneously, but with a delay (there is the elastic effect as well).

The dynamics of deformation processes reveals some differences in formation of structural-mechanical properties of the marmalade mass prototypes.



Organoleptic indicators of the marmalade mass with reduced amount of sugar

Organoleptic indicators	The sugar content (% of the amount of sugar in the traditional recipe)				
	A control sample, 100	**80**	**65**	**50**	**35**
Surface condition	Smooth, glossy				
Stickiness	does not stick	does not stick			slight stickiness
Easiness of extraction from the forms	removed	well removed			removed
Ability to retain its shape	good	good			bad

It was discovered that all the samples of marmalade mass partially lose their elastic properties under the load, when significant deformation occurs in the body, i.e. its original size and shape is not fully restored when the load is removed. Final plastic deformations for samples with glucose and fructose are fixed even with the full external load lifted up, which in contrast to the samples with sucrose are increased with time. At the same time, for samples with monosaccharides recoverability is reduced.

Along with this, the sample with sucrose has much greater resistance to compression under the elastic deformation (The Young’s Modulus) and hardness, i.e., the ability not to be affected by the plastic deformation. But in the process of maturation the sample with sucrose loses a bit the ability to resist, while the samples with the monosaccharides, on the contrary, gain it.

This confirms the increased compressive strain or the ability of a material to resist impact load. The higher the value of this index is, the lower the elastic characteristics of the material will be. It is established that with increasing in time proofing of samples the compressive deformation in the samples with sucrose is increasing and practically does not change after 80 minutes. In other words, in the process of maturation the gel based on the sucrose is gradually losing the resistance to loads, and the marmalade gel with fructose and particularly with glucose, on the contrary, has a tendency to resist deformations.

These studies allowed us to recommend spending more time on maturation of marmalade masses based on fructose and glucose in order to achieve the desired structural and mechanical characteristics.

Not less important for the gelation of pectin of apple puree is the presence of free acids, which affects the speed of the process and the strength of jelly.

Assessment of the strength of gels with different pH values shows that addition of acid in pectin gels with monosaccharides contributes to their strength - unlike the sucrose-based gel, for which excess of the optimal amount of acid softens the structure.

However, the strength of the jelly mass based on glucose exceeded the samples on the sucrose and fructose in equal conditions of any acid.

These results provided a basis for improving the technological schemes of production of fruit marmalade with varieties of sugars. The research also makes reasonable the use of glucose and fructose in the technology of fruit and berry marmalade manufacturing, but with changes in the technological process.

The optimal ranges of pH for the formation of structural-mechanical properties were determined. It was established that the formed jelly is more stable at low pH, pH at 3.5-3.7, close to the natural pH of the selected fruit and berry raw materials.

It was experimentally established that the conditions of gelation of L-pectin reduce the proportion of sugar without any negative impact on the structure of the marmalade mass.

The sample with reduced (to 50% of the prescribed) amount of white crystalline sugar received high organoleptic mark. Such products are similar to products with traditional recipes and have a smooth glossy surface; they do not stick and can be easily removed from the forms. Their final form fully corresponds to the predetermined one.

Conclusions

Thus, the research carried out allows speaking about the possibility to use the varieties of sugars in technological schemes of fruit and berry marmalade production, or to reduce the prescribed amount of sucrose. The paper will contribute to the development of technological schemes of manufacturing the assortment of fruit and berry marmalades in puree.

References:

1. Clark, A.H. Structural and mechanical properties of biopolymer gels [Text]., A.H. Clark, S.B. Ross-Murphy., Advances in Polymer Science. – 1987., Vol. 83., pp. 57-192. https://doi.org/10.1007/bfb0023332

2. De Gennes, P.G. Scalimg Concepts in Polymer Physics [Text]., P.G. De Gennes. – Ithaka, New York., Cornell University press, 1979. – 319 p. https://doi.org/10.1063/1.2914118

3. Lima, A.M.F. Dynamic light scattering and viscosimetry of aqueous solutions of pectin, sodium alginate and their mixtures: effects of added salt, concentration, counterions, temperature and chelating agent [Text]., A.M.F. Lima, V. Soldi, R. Borsali., Journal of the Brazilian Chemical Society. – 2008., Vol. 20, Issue 9., pp. 1705-1714. https://doi.org/10.1590/s0103-50532009000900020

4. Overchuk N. Analysis of the quality of fruit and berry puree for the production of marmalade [Text]., N. Overchuk., Food industry. – Kyiv., NUFT, 2015. pp. 46-50.

5. Silva, M. Alginate and pectin composite films crosslinked with Ca^{2+} ions: Effect of the plasticizer concentration [Text]., M. Silva, A. Cristiane, K. Bierhalz, T.G. Kieckbusch., Carbohydrate Polymers. – 2009., Vol. 77, Issue 4. pp. 736-742. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.02.014

Information about authors:

1. Nataliya Overchuk - Postgraduate Student, National University of Food Technologies; address: Ukraine, Kiev city; e-mail: myatnaya15@gmail.com

2. Tetyana Zharuk - Student, National University of Food Technologies; address: Ukraine, Kiev city; e-mail: tanya.zharuk@mail.ru

3. Yuliya Kambulova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National University of Food Technologies; address: Ukraine, Kiev city; e-mail: kambulova.julya@yandex.ua

PLATONICK

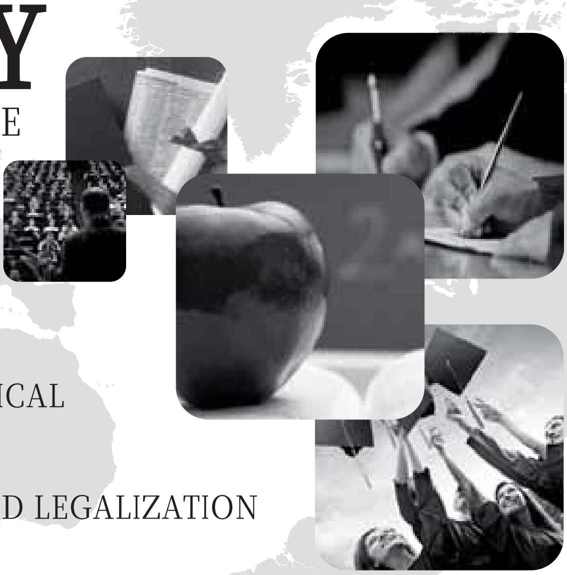
International multilingual social network for scientists and intellectuals.

International intellectual portal «PlatoNick» is a multilingual, open resource intended to facilitate the organization of multifaceted communication of scientists and intellectuals, promulgate their authoritative expert conclusions and consultations. «Platonick» ensures familiarization of wide international public with works of representatives of scientific and pedagogic community. An innovation news line will also be presented on the «Platonick» portal.

Possibility of the informal communication with colleagues from various countries;
Demonstration and recognition of creative potential;
Promulgation and presentation of author's scientific works and artworks of various formats for everyone interested to review.

http://platonick.com

INTERNATIONAL
UNIVERSITY
OF SCIENTIFIC AND INNOVATIVE
ANALYTICS OF THE IASHE



- DOCTORAL DYNAMIC SCIENTIFIC AND ANALYTICAL PROGRAMS
- ACADEMIC SCIENTIFIC AND ANALYTICAL PROGRAMS
- INTERNATIONAL ATTESTATION-BASED LEGALIZATION OF QUALIFICATIONS
- SCIENTIFIC AND ANALYTICAL PROGRAM OF THE EDUCATIONAL AND PROFESSIONAL QUALIFICATION IMPROVEMENT
- DOCTORAL DISSERTATIONAL SCIENTIFIC AND ANALYTICAL PROGRAMS
- BIBLIOGRAPHIC SCIENTIFIC-ANALYTICAL ACADEMIC PROGRAMS
- BIBLIOGRAPHIC SCIENTIFIC-ANALYTICAL DOCTORAL PROGRAMS
- AUTHORITATIVE PROGRAMS

http://university.iashe.eu e-mail: university@iashe.eu Phone: + 44 (20) 32899949

GISAP Championships and Conferences 2016

Branch of science	Dates	Stage	Event name
APRIL			
Physics, Mathematics and Chemistry, Earth and Space Sciences	06.04-12.04	I	Theoretical and applied problems of physical, mathematical and chemical sciences in the context of the social demand for the knowledge limits expansion
Technical Science, Architecture and Construction	06.04-12.04	I	Methods of effective science-based satisfaction of the increasing social needs in the field of engineering, construction and architecture
MAY			
Educational sciences and Psychology	12.05-17.05	II	Influence of knowledge and public practice on the development of creative potential and personal success in life
JUNE			
Philology	08.06-13.06	II	Issues of preservation of originality and interference of national languages in conditions of globalized international life
Culturology, Physical culture and Sports, Art History, History and Philosophy	08.06-13.06	II	Human creativity phenomenon in ups and downs of the historical process
JULY			
Medicine, Pharmaceutics, Biology, Veterinary Medicine and Agricultural sciences	06.07-12.07	II	Innovative approaches in diagnostics and treatment of human and animal diseases caused by injuries, genetic and pathogenic factors
Economics, Jurisprudence and Management, Sociology, Political and Military Sciences	06.07-12.07	II	Value of the personality and collective interactions in the social progress ensuring process
AUGUST			
Physics, Mathematics and Chemistry, Earth and Space Sciences	04.08-10.08	II	Modern methods of studying matter and interaction of substances, as well as the subject-based relations modeling
Technical Science, Architecture and Construction	04.08-10.08	II	Solving problems of optimal combination of standards of quality, innovative technical solutions and comfort of operation when developing and producing devices and construction objects
SEPTEMBER			
Educational sciences and Psychology	13.09-19.09	III	Harmonious personal development problem in relation to specificity of modern education and socialization processes
OCTOBER			
Philology	05.10-10.10	III	Trends of language cultures development through the prism of correlation between their communicative functions and cultural-historical significance
Culturology, Physical culture and Sports, Art History, History and Philosophy	05.10-10.10.10	III	Significance of personal self-expression and creative work in the course of formation of the society's cultural potential
NOVEMBER			
Medicine, Pharmaceutics, Biology, Veterinary Medicine and Agricultural sciences	10.11-15.11	III	Modern methods of ensuring health and quality of human life through the prism of development of medicine and biological sciences
Economics, Jurisprudence and Management, Sociology, Political and Military Sciences	10.11-15.11	III	Correlation between humanity and pragmatism in target reference points of modern methods of public relations regulation
DECEMBER			
Physics, Mathematics and Chemistry, Earth and Space Sciences	07.12-13.12	III	Object-related and abstract techniques of studying spatio-temporal and structural characteristics of matter
Technical Science, Architecture and Construction	07.12-13.12	III	Current trends in development of innovations and implementation of them into the process of technical and construction objects production

Expert board:

Murat Adambaev (Kazakhstan), Patrick Laviron (Luxembourg), Rasmus Skaarberg (Norway), Maciej Zmievski (Poland), Elena Artamonova, Michail Treschalin (Russia), Michael Gorbiychuk, Adam Blake (USA), Naqibullo Babayev (Uzbekistan)

GISAP: Technical Sciences, Constraction and Architecture №10 Liberal* (December, 2016)

Chief Editor – J.D., Prof., Acad. V.V. Pavlov
Copyright © 2016 IASHE

ISSN 2054-1155
ISSN 2054-1163 (Online)

Design: Alexander Stadnichenko, Tatyana Gribova, Inna Shekina, Yury Skoblikov

Published and printed by the International Academy of Science and Higher Education (IASHE)
1 Kings Avenue, London, N21 3NA, United Kingdom
Phone: +442071939499, e-mail: office@gisap.eu, web: http://gisap.eu

! No part of this magazine, including text, illustrations or any other elements may be used or reproduced in any way without the permission of the publisher or/and the author of the appropriate article

Print journal circulation: 1000

“*Liberal – the issue belongs to the initial stage of the journal foundation, based on scientifically reasonable but quite liberal editorial policy of selection of materials. The next stage of the development of the journal (“Professional”) involves strict professional reviewing and admission of purely high-quality original scientific studies of authors from around the world”

International Academy of Science and Higher Education (IASHE)
1 Kings Avenue, Winchmore Hill, London, N21 3NA, United Kingdom
Phone: +442071939499
E-mail: office@gisap.eu
Web: http://gisap.eu

2016